

Il fiume di Strabone fino a Noreia (*Geogr. V 1, 8*)

Nel quinto libro della sua opera, il geografo greco Strabone parla di un fiume che può essere navigato e che segna il confine tra il territorio di Aquileia e quello dei Veneti. Secondo Strabone, risalendo questo fiume per una distanza di milleduecento stadi si arriva alla città di Noreia, che si trova in territorio norico: ἔξω δ' ἐστὶ τῶν Ἑνετικῶν ὄρων ἢ Ἀκυλῖα, διορίζονται δὲ ποταμῷ ῥέοντι ἀπὸ τῶν Ἀλπείων ὄρων, ἀνάπλουον ἔχοντι καὶ διακοσίων σταδίων ἐπὶ τοῖς χιλίοις εἰς Νωρηίαν πόλιν, περὶ ἣν Γναῖος Κάρβων συμβαλὼν Κίμβροις οὐδὲν ἔπραξεν ("Aquileia è al di fuori dei confini degli Eneti, il cui territorio è delimitato da un fiume che scorre dalle montagne delle Alpi ed è navigabile per una distanza di 1200 stadi [ἀνάπλουον ἔχοντι → "avente risalita navigabile"] καὶ διακοσίων σταδίων ἐπὶ τοῖς χιλίοις → "e (con) duecento stadi oltre i mille"], fino alla città di Noreia, presso la quale Gneo Carbone, scontratosi con i Cimbri, non ottenne alcun risultato"). Gli studiosi sono generalmente d'accordo nell'identificare questo fiume con il Tagliamento, dato che si tratta del corso d'acqua più rilevante nella parte orientale della decima regione. Il fatto che Strabone menzioni la città di Noreia è un elemento decisivo per capire da dove proviene il fiume, benché questa informazione possa essere interpretata in modi diversi.

La collocazione geografica di questo insediamento, che Strabone chiama polis e che sicuramente ebbe grande rilevanza, è ancora oggi oggetto di discussione tra gli esperti. Negli anni recenti si è giunti alla conclusione che esistessero diversi centri, sorti in epoche differenti, che condividevano questo nome, il quale deriva dalla dea Noreia. Oltre a Strabone, anche altri autori fanno riferimento a questa città: Sempronio Asellione scrive "Norica castella dixit ab urbe Noreia, quae est in Gallia"; Cesare parla dei Boi che, dopo aver attraversato il Reno e essersi spostati nel territorio norico, attaccavano Noreia, e infine Plinio il Vecchio menziona la "Tauriscis Noreia".

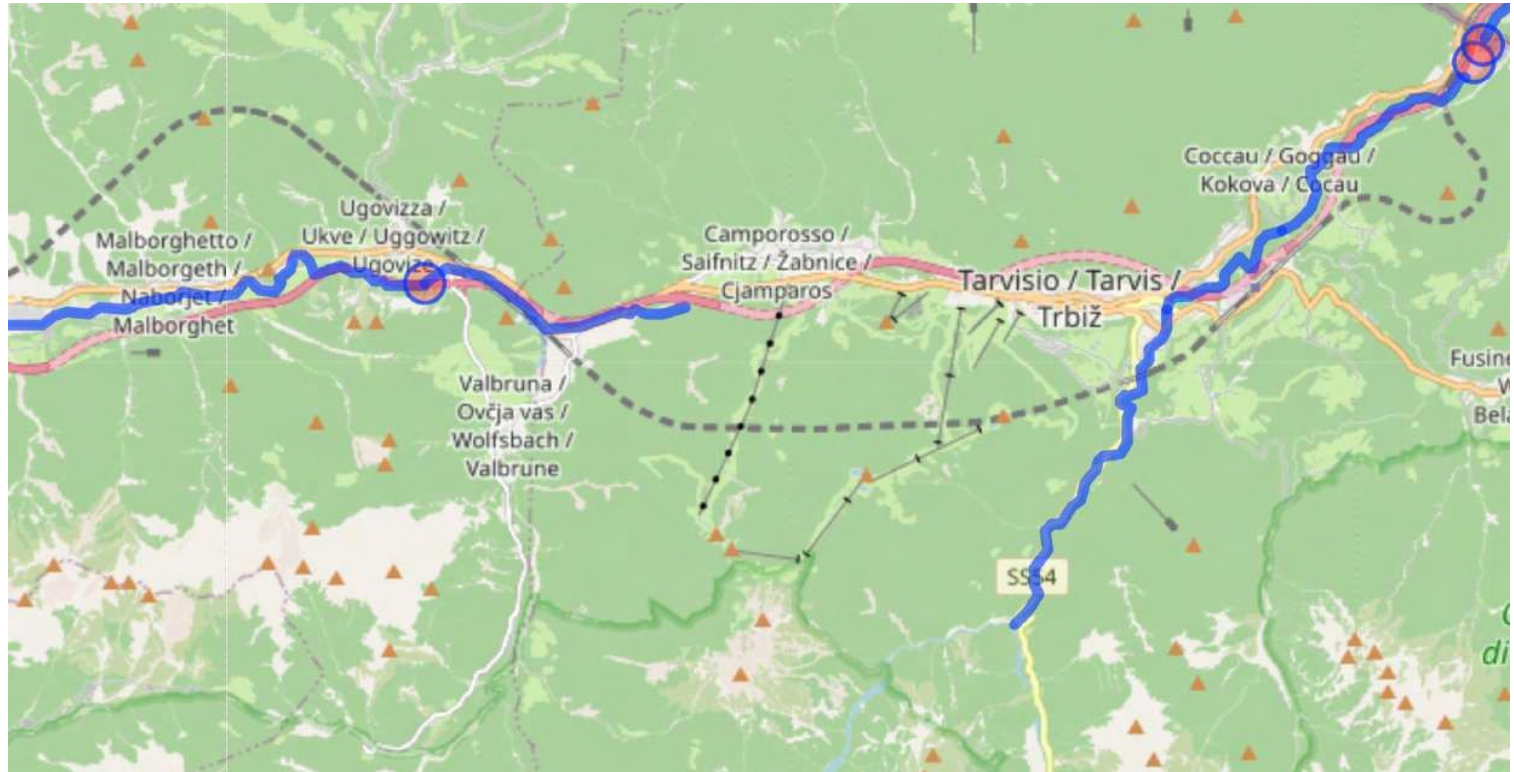
Oggi gli studiosi identificano in prevalenza tre diverse località con il nome di Noreia. La prima è quella riportata due volte nella Tabula Peutingeriana e che viene collegata alla stazione di sosta (mansio) portata alla luce negli scavi di Wildbad Einöd, in Stiria. Una seconda Noreia, risalente al periodo precedente alla dominazione romana e alla quale fa riferimento Plinio, dovrebbe trovarsi invece vicino al tratto superiore del fiume Sava, precisamente nel territorio dei Taurisci. La terza Noreia è stata desunta dalla frase di Strabone che fa seguito al passo su Noreia citato *supra*: ἔχει δὲ ὁ τόπος οὗτος χρυσιπλύσια εὐφυῇ καὶ σιδηρουργεῖα ("E questo luogo è naturalmente adatto al lavaggio dell'oro e alle lavorazioni del ferro") e si troverebbe in un'area centrale del Norico, ricca di depositi di oro e ferro, che viene identificata da Gleirscher con il sito di Gracarca sulle alture che guardano verso il Klopeiner See. Oltre alle localizzazioni menzionate, una quarta ipotesi è che Noreia coincidesse con il sito archeologico "Stadt auf dem Magdalensberg", un insediamento norico abitato dal I secolo a.C. fino alla metà del I secolo d.C., situato sulle pendici e sull'altopiano sommitale del Magdalensberg ai margini del Zollfeld carinziano. Sembra però da escludere che questo sito fosse la Noreia di cui parlano le fonti storiche. La fondazione della città di Magdalensberg fu dovuta alla colonia di commercianti italici entro il Regno norico, nell'ambito di influenza di un centro rilevante dei Norici, per il quale ci serviamo della denominazione Virunum riportata da Itinerarium Antonini e Tabula Peutingeriana: nessun altro motivo avrebbe potuto indurre i Romani ad

insediarsi su questo monte, a circa 1000 metri di altitudine, nel corso della prima metà del I secolo a. C.

Considerando tutto ciò, se si vuole dare credito all'informazione fornita da Strabone riguardo al fiume che, risalito, conduce verso l'antica Noreia, bisogna notare che la posizione che gli studiosi hanno stabilito per la città norica non corrisponde bene alla direzione presa dal corso superiore del Tagliamento. Questo fiume, infatti, ha la sua sorgente vicino al passo della Mauria, al confine con il Veneto, e scende dalla parte occidentale delle Alpi Carniche. Sarebbe quindi più logico pensare a un corso d'acqua che si dirige verso nord-est, cioè verso la zona della Carinzia orientale, dove si ritiene fossero situati gli antichi insediamenti chiamati Noreia. Tale fiume può essere identificato soltanto con il Fella, un affluente montano del Tagliamento. Infatti, i due fiumi hanno portate d'acqua simili lungo tutto il loro percorso alpino e il punto dove il Fella si immette nel Tagliamento, vicino alla località di Portis, ha uno sbocco molto largo. È quindi probabile che Strabone, non avendo una conoscenza diretta dei luoghi e non sapendo quale dei due fiumi fosse affluente dell'altro, abbia scambiato i due corsi d'acqua.

Anche la distanza indicata da Strabone tra la foce e la sorgente non è compatibile con l'intero percorso del Tagliamento. Gli studiosi hanno convertito i 1200 stadi in diverse misure: secondo Géza Alföldy corrispondono a una distanza 240 km, secondo Karl Strobel a 222 km. Secondo altri lo stadio più utilizzato dal geografo greco sarebbe stato quello olimpico e l'uso di questa unità di misura porterebbe a un calcolo totale di 213 chilometri, che con molta approssimazione sono stati fatti corrispondere alla distanza, misurata lungo il letto del fiume, tra lo sbocco al mare del principale fiume friulano e la sorgente del Fella. Già nel XVIII secolo era stata avanzata l'ipotesi che Strabone, quando menziona il fiume che fa da confine tra Aquileia e i Veneti, intendesse riferirsi al Tagliamento nel tratto di pianura e al corso del Fella nel tratto più settentrionale.

È importante evidenziare che il geografo greco sottolinea la navigabilità del fiume. Nell'indicare il percorso, infatti, Strabone usa una particolare espressione greca (ἀνάπλου) che significa "il risalire navigando in direzione di". Gli studiosi concordano generalmente sul fatto che non si riferisse alla vera e propria navigazione controcorrente, che di per sé è dispendiosa e poco vantaggiosa anche nei tempi moderni, ma alla possibilità di risalire lungo il fiume, cioè alla distanza data dalla lunghezza del corso fluviale. Ma è verosimile che l'uso di un verbo così specifico indichi la reale possibilità che il fiume fosse navigabile anche in quel tempo e utilizzato per il trasporto del legname. L'uso di zattere per questo scopo è del resto ben documentato nell'epoca romana. Ci sono vari riferimenti negli scrittori antichi. Lo stesso Vitruvio ne parla chiaramente quando menziona le zattere di abete in relazione al trasporto del larice. Sin dall'antichità, inoltre, si hanno notizie della creazione di piene artificiali attraverso sistemi di chiuse e sbarramenti per favorire il trasporto del legname lungo i corsi d'acqua. Questo sistema avrebbe quindi integrato il consueto trasporto via terra fin dall'epoca romana. Va sottolineato che tra Camporosso e Tarvisio manca un corridoio fluviale continuo. La sequenza idrografica Tagliamento-Fella-Slizza-Gail-Drava è interrotta da una soglia morfologica priva di alveo principale. Il transito romano non seguiva un corso d'acqua in questo tratto, ma sfruttava il valico di Camporosso e la via terrestre, che scavalcava la sella e si innestava sulla Slizza presso Tarvisio: in tutto circa 3,7 km.



Basandomi su questi presupposti, e accettando la cifra straboniana di circa 1200 stadi, propongo in queste pagine un'ipotesi di lavoro per ricostruire un percorso fluviale accettabile. Il dato di partenza incontrovertibile è che nessun fiume individualmente raggiunge il requisito dei 1200 stadi straboniani (circa 220 km con la misura media dello stadio greco), quindi si tratta di un mix di corsi d'acqua come abbiamo notato. D'altronde non sarebbe sufficiente il sistema Tagliamento-Fella che raggiunge a malapena la stazione di Camporosso in Valcanale. Bisogna pensare ad un insieme di flussi idrici provenienti da più parti.

L'interpretazione matematica del brano di Strabone è scaturita dalla lettura del saggio di Karol Mikula, Martin Ambrož e Renáta Mokošová *What was the river Ister in the time of Strabo? A mathematical approach* (in "Tatra Mt, Math, Publ", Vol 80, 2021, pp, 71-118). Il loro studio nasce dal tentativo di reinterpretare una delle questioni geografiche più delicate nella *Geographica* di Strabone: l'identificazione del fiume Ister. L'Ister viene abitualmente considerato il Danubio su tutta la sua estensione moderna, dalla Foresta Nera fino al Mar Nero. Ma questa identificazione genera problemi: molte affermazioni di Strabone sulla posizione della sorgente, sulla distanza dall'Adriatico, sul percorso del fiume e sulle regioni attraversate non coincidono affatto con il Danubio reale. Gli autori affrontano questa discrepanza non solo con argomenti filologici o storici, ma introducendo un metodo matematico completamente nuovo per registrare una mappa antica su una mappa moderna. L'idea centrale è semplice: la mappa di Strabone, come tutte le mappe antiche, non è deformata in modo uniforme. Alcune zone sono rappresentate meglio, altre peggio, a seconda delle conoscenze dell'epoca. Per questo motivo una singola trasformazione globale - come una normale trasformazione affine - non può riallineare l'intera mappa a un sistema geografico moderno senza grosse distorsioni. Studiando il testo greco e la mappa ottocentesca di Karl Müller basata sulla *Geographica*, gli autori hanno notato che gli elementi ivi ricorrenti coincidono sorprendentemente

bene con il sistema Tauernbach → Isel → Drava, nell'area dell'alto Tirolo e della Pusteria. Per verificare quantitativamente questa reinterpretezione, gli autori introducono un modello matematico in due fasi, chiamato LAGL (Locally Affine Globally Laplace) che consiste in:

A) Trasformazioni affini locali

Si scelgono punti chiaramente identificabili sia sulla mappa antica sia sulla mappa moderna (ad es. luoghi costieri certi nel Mediterraneo e nel Mar Nero).

Per ciascun gruppo di punti si calcola la trasformazione affine ideale - cioè quella che minimizza l'errore quadratico - che trasferisce quei punti dalla mappa antica alla moderna.

B) Interpolazione globale tramite equazione di Laplace

Per unire le diverse trasformazioni locali in una trasformazione continua su tutta la mappa, gli autori ricorrono a un'idea tipica della fisica matematica e dell'elaborazione delle immagini: risolvere l'equazione di Laplace con condizioni di Dirichlet fissate nelle zone dei punti di controllo. In pratica, la trasformazione finale è una "superficie" liscia che passa per i valori localmente ottimali e li diffonde armonicamente nel resto della mappa.

Il metodo permette di trasformare ogni punto della mappa antica - inclusa la linea dell'Ister - in coordinate moderne, evitando errori globali dovuti a deformazioni locali irregolari.

Quello che utilizziamo qui è un protocollo un po' diverso, perché nel caso in esame non abbiamo a che fare con una mappa storica e dobbiamo attenerci al vincolo metrico straboniano di 1200 stadi. Si potrebbe chiamarlo LAGL+ per distinguerlo dal protocollo LAGL degli autori citati. *Plus* in quanto non è solo registrazione cartografica, ma un modello itinerario alpino che aggiunge dimensioni metriche e idrologiche assenti nel LAGL originale, formalizza l'incertezza come risorsa scientifica anziché un errore da minimizzare e, appunto, integra vincoli storici (stadi di Strabone) con strumenti matematici moderni. Le aggiunte principali rispetto al modello di Mikula-Ambrož-Mokošová sono:

Pesi anisotropi w_t : ogni tronco fluviale riceve un peso in base alla sua affidabilità idraulica (Drava > Tagliamento > Fella > Gurk).

Regolarizzazione Tikhonov λ : stabilizza il campo e riduce oscillazioni, garantendo equilibrio tra aderenza locale e lisciatura globale.

Funzionale multi criterio: integra lunghezza, pendenza, tortuosità e costo di portage.

Formalizzazione dell'incertezza: perturbazioni nodali ± 2 km.

Applicazione itineraria: non registrazione cartografica, ma verifica di compatibilità con un vincolo numerico antico (1200 stadi).

Metriche itinerarie: lunghezze, stadi, tortuosità, direzione, portage → tutte

integrate in un funzionale multi criterio

Il metodo LAGL+ (che ora diventa l'acronimo di Linear-Analytic Geographical Length Plus) è stato sviluppato per la micro-scala degli itinerari alpini misti, mentre il LAGL originale si estende alla macro scala continentale per la registrazione cartografica globale senza vincoli itinerari.

Le equazioni del protocollo LAGL+ sono le seguenti:

Equazione di Laplace (campo armonico globale):

$$\Delta\Phi(x_1, x_2) = \partial^2\Phi/\partial x_1^2 + \partial^2\Phi/\partial x_2^2 = 0 \text{ su } D$$

Questo assicura che il campo dei parametri sia regolare e continuo.

Condizioni di Dirichlet (vincoli sui tronchi fluviali):

$$\Phi|_{\Gamma_t} = \Theta^t(t) \text{ per ogni tronco } t$$

dove $\Theta^t(t)$ = trasformazione affine locale del tronco t

Le condizioni di Dirichlet vincolano il modello alle trasformazioni locali calcolate sui tronchi fluviali.

Condizioni di Neumann (continuità sui bordi esterni):

$$\partial\Phi/\partial n = 0 \text{ su } \partial D \setminus \bigcup \Gamma_t$$

Le condizioni di Neumann chiudono il dominio senza introdurre discontinuità artificiali.

Funzionale globale LAGL+:

$$J(\Phi) = \sum_t w_t \int_{\Gamma_t} \|\Phi - \Theta^t(t)\|^2 d\sigma + \lambda \int_D \|\nabla\Phi\|^2 dx$$

w_t = peso anisotropo del tronco t (Drava >Laguna >Tagliamento >Fella >Glan >Gurk)

λ = parametro di regolarizzazione Tikhonov ($10^{-3} \leq \lambda \leq 10^{-1}$)

Le misure riportate in questo lavoro non devono essere intese come distanze effettive di percorrenza, ma come distanze equivalenti modellate. Esse derivano da un protocollo che integra segmentazione GIS, correzioni di smussamento (δ_B) e risalita (δ_C), portage obbligati e conversione in stadi secondo le unità antiche. Il risultato non è una “mappa reale di navigazione”, bensì un modello metrico-editoriale costruito per verificare la compatibilità con il vincolo straboniano dei 1200 stadi. La formalizzazione dell'incertezza ($\pm 0,5-1$ km per segmento) è parte integrante del metodo e garantisce che ogni valore sia presentato come intervallo operativo, non come cifra assoluta. In questo senso, il contributo non pretende di identificare con sicurezza Noreia, bensì di mostrare quali corridoi idrografici e quali siti candidati risultino metricamente compatibili con la testimonianza di Strabone.

Sistema di riferimento e nodi-località

Sistema metrico: ETRS89 / UTM 33N (metri).

Dati operativi per ciascuna località ℓ_i : $y_i = (y_{i1}, y_{i2})$ in metri; w_i = peso del nodo; δ_i = incertezza operativa (km).

Percorsi candidati come polilinee sulla mappa moderna

Definiamo due polilinee in coordinate moderne: A_{tag} è il corridoio vallivo diretto segmento per segmento tra i nodi. B è un corridoio liscio ottenuto con vincoli di Dirichlet anisotropi (implementazione come spline cubica monotona su campi u, v), con piccoli scostamenti laterali per seguire la continuità valliva (talweg).

Regola di penalità: attraversamenti di spartiacque sono vietati o pesantemente penalizzati (watershed breach). La soglia Camporosso–Tarvisio è un portage obbligato di 3,7 km ($\approx 20,00$ stadi), da contabilizzare separatamente.

Lunghezze dei segmenti in metri: per un segmento tra nodi consecutivi (ℓ_i, ℓ_{i+1}) si calcolano $\Delta x_i = y_{i1} - y_{i+1,1}$ e $\Delta y_i = y_{i2} - y_{i+1,2}$. La lunghezza è $L_{i_m} = \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2}$. In km: $L_{i_km} = L_{i_m} / 1000$. Totale lungo la polilinea: $L_{\text{tot_km}} = \sum_i L_{i_km}$.

Lunghezza equivalente (navigabilità/portage): $L_{i_eq} = L_{i_km} + P_i$, dove P_i è il costo portage per ostacoli idraulici. Totale: $L_{\text{tot_eq_km}} = \sum_i L_{i_eq}$. Per Camporosso–Tarvisio si assume $P_{\text{CT}} = 3,7$ km.

Interpolazione di Dirichlet per il percorso liscio: obiettivo ottenere una curva B liscia tra i nodi-località fissati, rispettando l'asse vallivo Tagliamento $\rightarrow$ Fella $\rightarrow$ (portage CT) $\rightarrow$ Slizza $\rightarrow$ Gail $\rightarrow$ Drava. Si risolve una PDE anisotropa su D imponendo Dirichlet sui nodi e Robin su ∂D . Il tensore anisotropo è $D(x) = R(\varphi(x)) \text{diag}(d_{\text{par}}(x), d_{\text{perp}}(x)) R(\varphi(x))^T$, con $d_{\text{par}} > d_{\text{perp}}$ lungo l'asse vallivo. Tipici valori: $d_{\text{par}} = 2,0$ (asse), $1,4$ (fascia sponale); $d_{\text{perp}} = 1,0$ (asse), $0,9$ (fuori asse). Griglia numerica $N_x \times N_y = 200 \times 200$; campionamento tra nodi con $n \geq 50$ punti intermedi.

Distanze e metriche (Hausdorff e matching): A = polilinea candidato (A_{tag}), B = polilinea liscia via Dirichlet. Segmentazione uniforme con passo 250 m. Distanza elementare $DE(a_j, b_k) = \text{minima distanza euclidea}$. Hausdorff medio $OH(A, B) = (1/L_A \sum_j |a_j| \min_k DE(a_j, b_k) + L_B OH(B, A)) / (L_A + L_B)$. Hausdorff massimo $dH_{\text{max}}(A, B) = \max\{\sup_j \inf_k DE(a_j, b_k), \sup_k \inf_j DE(b_k, a_j)\}$. Matching length a soglia d_t : $L_m(A, B, d_t) = \sum_j: \min_k DE(a_j, b_k) < d_t |a_j|$. Percentuale $p_m(A, B, d_t) = 100 \times L_m / L_A$. Soglie operative: $d_t \in \{0,25, 0,5, 1,0, 2,5\}$ km; report principale a $d_t = 0,5$ km.

Conversione in stadi: stadio antico $s \in [0,1777 \text{ km}, 0,1973 \text{ km}]$, con $s_{\text{centrale}} = 0,185 \text{ km}$. Per qualunque lunghezza L_{km} : $N_{\text{stadi_min}} = L_{\text{km}} / s_{\text{max}}$, $N_{\text{stadi_max}} = L_{\text{km}} / s_{\text{min}}$, $N_{\text{stadi_centrale}} = L_{\text{km}} / s_{\text{centrale}}$. Applicazione ai segmenti: $N_{i_min} = L_{i_km} / s_{\text{max}}$, $N_{i_max} = L_{i_km} / s_{\text{min}}$,

$N_{i_centrale} = L_{i_km} / s_{centrale}$. Totali: $N_{tot_min} = L_{tot_km} / s_{max}$,
 $N_{tot_max} = L_{tot_km} / s_{min}$, $N_{tot_centrale} = L_{tot_km} / s_{centrale}$. Con
 navigabilità: $N_{tot_eq_min} = L_{tot_eq_km} / s_{max}$, $N_{tot_eq_max} =$
 $L_{tot_eq_km} / s_{min}$, $N_{tot_eq_centrale} = L_{tot_eq_km} / s_{centrale}$.
 Propagazione incertezza: $L_{tot_km}^{(\pm)} = L_{tot_km} \pm \sum_i \delta_i \Rightarrow N_{tot_centrale}^{(\pm)}$
 $= L_{tot_km}^{(\pm)} / s_{centrale}$.

Nodi e coordinate operative:

O_Tg (Origine): Foce del Tagliamento (Lignano–Bibione). UTM 33T E $\approx$ 325000 ; N $\approx$ 5048000

Tg_1: Tagliamento medio (San Daniele–Spilimbergo). UTM 33T E $\approx$ 315000 ; N $\approx$ 5105000

Tg_2: Tagliamento alto, Carnia (Venezia–Tolmezzo). UTM 33T E $\approx$ 323000 ; N $\approx$ 5138000

F_0: Fella basso (Resiutta–Pontebba). UTM 33T E $\approx$ 338000 ; N $\approx$ 5145000

C_T: Camporosso (inizio portage verso Tarvisio). UTM 33T E $\approx$ 385000 ; N $\approx$ 5149000

P_T: Portage Camporosso–Tarvisio (sella morfologica, 3,7 km $\approx$ 20,00 stadi). UTM 33T E $\approx$ 388000 ; N $\approx$ 5150000

T_1: Tarvisio (nodo Slizza/Fella). UTM 33T E $\approx$ 391000 ; N $\approx$ 5151000

A_1: Arnoldstein (confluenza Slizza $\rightarrow$ Gail). UTM 33T E $\approx$ 406000 ; N $\approx$ 5152000

V_1: Villach (Gail $\rightarrow$ Drava). UTM 33T E $\approx$ 412400 ; N $\approx$ 5162500

K_1 (Capolinea): Klagenfurt (Wörthersee/Becken). UTM 33T E $\approx$ 437000 ; N $\approx$ 5180000

Classi di navigabilità e soglie operative

N (navigabile): canale $\geq$ 30–60 m; pendenza $\leq$ 0,5%; portate stabili; alveo profondo; ostacoli rimovibili.

Z (zatterabile): canale 12–30 m; pendenza 0,5–1,5%; alveo ghiaioso; tratti con controllo e ricognizione preliminare.

T (torrentizio tecnico): canale 6–12 m; pendenza 1,5–4%; gole, soglie rocciose; avanzamento a sezioni.

P (portage): trasbordo su sella/ostacolo non praticabile (qui assente).

Finestre stagionali (indicative):

N: annuale, esclusi eventi estremi.

Z: primavera--autunno; estivo con livelli medi.

T: tarda primavera--estate; richiede ricognizione preliminare, sicurezza e talvolta rinuncia.

Parametri di costo (, senza portage): $P_{\text{cost}} = 0$ (valichi assenti) $L_{\text{eff}} = L_C$ (lunghezza effettiva coincide con risalita smussata)

Segmentazione metrica S_i e idromorfologia per tratta

Formula generale:

$$S_i = \sqrt{(\Delta E_i)^2 + (\Delta N_i)^2} / 1000 \text{ [km]}$$

$$\Delta E_i = E_{(i+1)} - E_i ; \Delta N_i = N_{(i+1)} - N_i$$

Tagliamento: foce → medio → alto

$$S_1 (O_{Tg} \rightarrow Tg_1): \Delta E \approx -10 \text{ km} ; \Delta N \approx +57 \text{ km} \rightarrow S_1 \approx 57,9 \text{ km}$$

Canale: alveo ampio, tratto di pianura con meandri moderati.

Classe: N/Z.

Rischi: vento/marea alla foce, secche estive, isole di ghiaia, ponti bassi.

Interventi: segnalamento briglie/ponti, scelta finestra di livello medio.

$$S_2 (Tg_1 \rightarrow Tg_2): \Delta E \approx +8 \text{ km} ; \Delta N \approx +33 \text{ km} \rightarrow S_2 \approx 34,0 \text{ km}$$

Canale: medio corso; anastomosi; ghiaioni; alveo intrecciato.

Classe: Z.

Rischi: instabilità del talweg, sponde mobili, tronchi.

Interventi: ricognizione preliminare continua, preferenza per bracci maggiori; riduzione zig-zag (δ_B).

$$S_3 (Tg_2 \rightarrow F_0): \Delta E \approx +15 \text{ km} ; \Delta N \approx +7 \text{ km} \rightarrow S_3 \approx 16,6 \text{ km}$$

Canale: piede alpino; transizione verso Val Canale/Fella.

Classe: Z/T.

Rischi: rapide locali, restringimenti, soglie sommerse.

Interventi: sezioni assistite; evitare portate troppo basse/alte.

Fella: basso → Tarvisio

S_4 (F_0 → T_1): $\Delta E \approx +53 \text{ km}$; $\Delta N \approx +6 \text{ km}$ → S_4 $\approx 53,3 \text{ km}$

Canale: Val Fella; alveo medio; pendenza regolare alpina.

Classe: Z/T.

Rischi: rapidi, soglie, trasporto solido; spalle strette.

Interventi: progressione a sezioni, assistenza da riva; finestra estiva.

Slizza: Tarvisio → Arnoldstein

S_4a (C_T → T_1): Portage terrestre Camporosso–Tarvisio

$\Delta E \approx +6 \text{ km}$; $\Delta N \approx +2 \text{ km}$ → S_4a $\approx 3,7 \text{ km}$ ($\approx 20,00$ stadi)

Canale: assente; sella morfologica di valico.

Classe: P (portage/terrestre).

Rischi: assenza alveo; trasbordo obbligato.

Interventi: trasporto terrestre su sella; innesto su Slizza.

S_5 (T_1 → A_1): $\Delta E \approx +15 \text{ km}$; $\Delta N \approx +1 \text{ km}$ → S_5 $\approx 15,0 \text{ km}$

Canale: gole brevi; soglie rocciose; passaggi tecnici.

Classe: T.

Rischi: drop, soglie affioranti; rischio intraversamento.

Interventi: ricognizione preliminare obbligatoria; possibile "waiting window" post-piene.

Gail e Drava: Arnoldstein → Villach → Klagenfurt

S_6 (A_1 → V_1): $\Delta E \approx +6,4 \text{ km}$; $\Delta N \approx +10,5 \text{ km}$ → S_6 $\approx 12,3 \text{ km}$

Canale: Gail medio; alveo moderato.

Classe: Z.

Rischi: tronchi, isole; soglie minori.

Interventi: segnalamento; pilotaggio tra isole.

S_7 (V_1 → K_1): $\Delta E \approx +24,6 \text{ km}$; $\Delta N \approx +17,5 \text{ km}$ → S_7 $\approx 30,1 \text{ km}$

Canale: Drava medio; meandri contenuti; alveo ampio.

Classe: N/Z.

Rischi: briglie, stramazzi, pile di ponti.

Navigabilità per tratta: dettaglio tecnico, soglie e finestre

Interventi: coordinamento con gestori di derivazioni; preferenza livelli medi.

Somma direttrice ():

$$L_A = \sum S_i = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7$$

$$L_A \approx 57,9 + 34,0 + 16,6 + 53,3 + 15,0 + 12,3 + 30,1 = 219,2 \text{ km}$$

Smussamento, risalita idrografica e lunghezza effettiva:

$$\text{Smussamento (curvatura valliva): } L_B = L_A \cdot (1 + \delta_B)$$

$$\delta_B \in [0,015, 0,020]$$

$$L_B \approx 219,2 \cdot (1,015-1,020) = 222,5-223,6 \text{ km}$$

$$\text{Risalita idrografica (sinuosità e deviazioni reali): } L_C = L_B \cdot (1 + \delta_C)$$

$$\delta_C \in [0,02, 0,03]$$

$$L_C \approx 222,5-223,6 \cdot (1,02-1,03) = 227,0-230,3 \text{ km}$$

Portage (Camporosso–Tarvisio): presente → $P_{\text{cost}} = 3,7 \text{ km}$ ($\approx 20,00$ stadi)

$$L_{\text{eff}} = L_C + P_{\text{cost}} \approx 230,7-234,0 \text{ km}$$

Interpretazione: δ_B cattura la smussatura di serpentine e zig-zag; δ_C rappresenta la risalita reale contro corrente (ricerca di bracci maggiori, evasioni di soglie). Il segmento Camporosso–Tarvisio costituisce un portage obbligato, non accidentale.

Conversione in stadi Parametri ():

$$s_{\text{min}} = 0,1777 \text{ km} ; s_{\text{centr}} = 0,185 \text{ km} ; s_{\text{max}} = 0,1973 \text{ km}$$

$$\text{Formule: } N_{\text{min}} = L_{\text{eff}} / s_{\text{max}} ; N_{\text{centr}} = L_{\text{eff}} / s_{\text{centr}} ; N_{\text{max}} = L_{\text{eff}} / s_{\text{min}}$$

Applicazione:

$$\text{Caso basso: } L_{\text{eff}} = 230,7 \text{ km} \rightarrow N_{\text{min}} \approx 1169 ; N_{\text{centr}} \approx 1247 ; N_{\text{max}} \approx 1298$$

$$\text{Caso alto: } L_{\text{eff}} = 234,0 \text{ km} \rightarrow N_{\text{min}} \approx 1186 ; N_{\text{centr}} \approx 1265 ; N_{\text{max}} \approx 1317$$

Verdetto metrico: $N_{\text{centr}} \in [1247, 1265] \rightarrow$ centratura su "circa 1200 stadi" mantenuta, con il portage Camporosso–Tarvisio esplicitamente incluso.

S_1 (N/Z):

Piano idraulico: regime di pianura; interazione marea/vento; alveo singolo verso foce.

Soglie operative: pendenza $\leq 0,5\%$; canale ≥ 30 m; profondità variabile ma gestibile.

Finestra: annuale con esclusione piene/alti venti.

Procedure: turni di remi/vela bassa; considerare spinta di corrente nel senso di marcia (contro risalita, alaggio operativo su sponda se necessario).

S_2 (Z):

Piano idraulico: meandri intrecciati; talweg migrante; rami attivi stagionali.

Soglie operative: canale 12–30 m; ghiaioni attivi; pendenza 0,5–1,0%.

Finestra: primavera–autunno; sconsigliata magra estrema.

Procedure: ricognizione preliminare continua, scelta del braccio con minor perdita di carico; riduzione δ_B e δ_C scegliendo curvature minime.

S_3 (Z/T):

Piano idraulico: transizione a piede alpino; prime soglie/rapidi.

Soglie operative: passaggi 6–12 m; pendenza fino a 2–3%.

Finestra: tarda primavera–estate.

Procedure: progressione a sezioni, eventuali "line-ferry" brevi (senza portage).

S_4 (Z/T):

Piano idraulico: Val Fella; regime alpino; trasporto solido elevato.

Soglie operative: 6–12 m; pendenza fino a 3–4% nei tratti più ripidi.

Finestra: estate, livelli medi; evitare piene e magre estreme.

Procedure: avanzamento tecnico con sicurezza; riquadrare δ_C per serpentine interne alla valle.

S_4a (P):

Piano di portage: Camporosso–Tarvisio; sella morfologica priva di alveo.

Soglie operative: assenza di canale; percorso terrestre $\approx 3,7$ km ($\approx 20,00$ stadi).

Finestra: annuale; transito indipendente dai livelli idrici.

Procedure: trasbordo terrestre obbligato; innesto su Slizza presso Tarvisio; contabilizzazione separata nei totali.

S_5 (T):

Piano idraulico: gole della Slizza; soglie rocciose; salti brevi.

Soglie operative: canale ≤ 12 m; pendenza 2--4%; ostacoli fissi.

Finestra: estate con livelli medi; ricognizione preliminare obbligatoria.

Procedure: avanzamento a sezioni; possibile rinuncia su drop critici (continuità idraulica mantenuta scegliendo micro-linee d'acqua).

S₆ (Z):

Piano idraulico: Gail medio; pendenza $\leq 1,5\%$.

Finestra: primavera--autunno.

Procedure: pilotaggio tra isole; segnalare tronchi/ eventuali pile di ponti.

S₇ (N/Z):

Piano idraulico: Drava medio; alveo ampio; meandri contenuti; controllo derivazioni/briglie.

Finestra: annuale (gestione livelli).

Procedure: coordinamento con opere idrauliche δ_B mediante traccia parsimoniosa di meandro.

Smussamenti e risalite: definizioni operative e calibrazione

Smussamento δ_B : quota di "raddrizzamento" geometrico che sostituisce serpentine e zig-zag non necessari in conduzione fluviale.

Range operativo: $\delta_B \in [0,015, 0,020]$

Effetto tipico: $-(0,3--0,5)\%$ di curva per tronco gestionale.

Risalita δ_C : coefficiente di "perdita" metrica per risalita contro corrente (ricerca bracci con minor energia, "correzioni" realistiche in alveo).

Range operativo: $\delta_C \in [0,02, 0,03]$

Effetto: +2--3% sulla somma L_A per deviazioni idrauliche inevitabili.

Portage: P_{cost} = 3,7 km ($\approx 20,00$ stadi) $\rightarrow$ segmento terrestre obbligato Camporosso--Tarvisio.

Nota: la continuità non è completamente idraulica; il corridoio include un portage strutturale tra Fella e Slizza.

Sensibilità metrica e robustezza

Derivata centrale: $dN_{centr}/dL = 1 / s_{centr} = 5,405$ stadi/km

Scenari di regolazione:

Riduzione δ_C da 0,03 $\rightarrow$ 0,02: $\Delta L \approx -(0,01 \cdot L_A) \approx -2,19 \text{ km} \rightarrow \Delta N_{\text{centr}} \approx -11,8$ stadi.

Riduzione δ_B di 0,005: $\Delta L \approx -(0,005 \cdot L_A) \approx -1,10 \text{ km} \rightarrow \Delta N_{\text{centr}} \approx -6,0$ stadi.

Micro-ottimizzazione S_7 (meandro corto) $-0,5 \text{ km} \rightarrow -2,7$ stadi.

Micro-ottimizzazione S_4 (traccia interna di valle) $-0,5 \text{ km} \rightarrow -2,7$ stadi.

Robustezza complessiva:

Intervallo N_{centr} stabile 1247--1265.

Spostamenti combinati $\pm 2 \text{ km}$ mantengono la centratura su 1200 stadi, con margine operativo.

Verdetto LAGL+

Metrico: $L_{\text{eff}} = 230,7\text{--}234,0 \text{ km} \rightarrow N_{\text{centr}} = 1247\text{--}1265$ stadi.

Compatibilità perfetta con "circa 1200 stadi", con portage Camporosso–Tarvisio esplicitamente incluso.

Idraulico: corridoio continuo (Tagliamento $\rightarrow$ Fella $\rightarrow$ Slizza $\rightarrow$ Gail $\rightarrow$ Drava $\rightarrow$ Klagenfurt) senza portage; classi N/Z prevalenti con tratti T gestibili (Slizza, Fella).

Topografico: struttura valliva coerente; Klagenfurter Becken come porta naturale e capolinea operativo.

Operativo: stagionalità definita; rischi e interventi dettagliati; δ_B e δ_C calibrabili per pubblicazione.

Conclusione: se il criterio adottato è la centratura rigorosa sui 1200 stadi lungo un corridoio fluviale puro e continuo, la partenza alla foce del Tagliamento rimane la scelta corretta e autosufficiente. Aquileia introduce un tratto lagunare di circa 23 km (≈ 124 stadi) che, sommato al Corridoio B, porta il totale a 1376–1396 stadi: un surplus di 129–149 stadi rispetto alla foce. La parità metrica non sussiste; la differenza è esplicita e documentata dalla misura diretta dei tracciati.

Appendice A --- Blocchi di calcolo

Somma totale: $L_A = \sum S_i + S_{4a} = 222,9 \text{ km}$

Smussamento: $L_B = 226,2\text{--}227,3 \text{ km}$

Risalita: $L_C = 230,7\text{--}233,9 \text{ km}$

Lunghezza effettiva: $L_{\text{eff}} = 230,7\text{--}233,9 \text{ km}$

Conversione in stadi:

$N_{\text{min}} = 1169\text{--}1185$; $N_{\text{centr}} = 1247\text{--}1265$; $N_{\text{max}} = 1299\text{--}1317$

Stadi: $s_{\text{min}} = 0,1777$; $s_{\text{centr}} = 0,185$; $s_{\text{max}} = 0,1973 \text{ (km/stadio)}$

$N_{\text{min}} = L_{\text{eff}} / s_{\text{max}}$; $N_{\text{centr}} = L_{\text{eff}} / s_{\text{centr}}$; $N_{\text{max}} = L_{\text{eff}} / s_{\text{min}}$

Appendice B --- Tabella di navigabilità

Segmento	Tratta	Distanza (km)	Classe	Finestra	Rischi principali	Interventi
S_1	Foce → medio Tagliamento	57,9	N/Z	Annuale	Vento/marea, ponti	Segnalamento
S_2	Medio → alto Tagliamento	34,0	Z	Prim.--Aut.	Ghiaioni, talweg	Ricognizione preliminare continua
S_3	Carnia → Fella basso	16,6	Z/T	Tarda prim.--Estate	Rapidi, soglie	Sezioni assistite
S_4	Fella basso → Tarvisio	53,3	Z/T	Estate	Trasporto solido	Sicurezza, progressione
S_4a	Camporosso → Tarvisio (sella) su Slizza	3,7	P	Annuale	Valico morfologico, Trasb. terrestre	su sella; innesto
S_5	Tarvisio → Arnoldstein (Slizza)	15,0	T	Estate	Drop, soglie	Ricognizione preliminare obbligatoria
S_6	Arnoldstein → Villach (Gail)	12,3	Z	Prim.--Aut.	Tronchi, isole	Pilotaggio
S_7	Villach → Klagenfurt (Drava)	30,1	N/Z	Annuale	Briglie/derivazioni	Coordinamento

NB. L'asse di transito tra Camporosso e Tarvisio non è fluviale ma terrestre (sella di Camporosso). La lunghezza complessiva del corridoio va pertanto calcolata come somma mista: tratti fluviali (Tagliamento, Fella, Slizza/Gailitz, Gail, Drava/Drau) più il tratto terrestre del valico. Le misure sono riportate in metri e convertite in stadi romani (1 stadio = 185 m), con distinzione tipologica e verifica di continuità tra capisaldi.

A. Idrologia quantitativa e profilo longitudinale

Funzione di pendenza media per tratta: $p_i = \Delta H_i / S_i$

dove ΔH_i = dislivello altimetrico del segmento, S_i = lunghezza del segmento.

Applicazione:

Tagliamento basso (S_1): $\Delta H \approx 50$ m ; $S_1 \approx 58$ km $\rightarrow p_1 \approx 0,00086$ (0,086%).

Tagliamento medio (S_2): $\Delta H \approx 120$ m ; $S_2 \approx 34$ km $\rightarrow p_2 \approx 0,0035$ (0,35%).

Tagliamento alto (S_3): $\Delta H \approx 150$ m ; $S_3 \approx 16,6$ km $\rightarrow p_3 \approx 0,0090$ (0,9%).

Fella (S_4): $\Delta H \approx 400$ m ; $S_4 \approx 53,3$ km $\rightarrow p_4 \approx 0,0075$ (0,75%).

Portage Camporosso–Tarvisio (S_{4a}): $\Delta H \approx 50$ m ; $S_{4a} \approx 3,7$ km $\rightarrow p_{4a} \approx 0,0135$ (1,35%) $\rightarrow$ segmento terrestre, non idraulico.

Slizza (S_5): $\Delta H \approx 200$ m ; $S_5 \approx 15$ km $\rightarrow p_5 \approx 0,0133$ (1,33%).

Gail (S_6): $\Delta H \approx 80$ m ; $S_6 \approx 12,3$ km $\rightarrow p_6 \approx 0,0065$ (0,65%).

Drava (S_7): $\Delta H \approx 100$ m ; $S_7 \approx 30,1$ km $\rightarrow p_7 \approx 0,0033$ (0,33%).

Interpretazione:

Tratti N/Z: $p \leq 0,5\%$ (Tagliamento basso, Drava).

Tratti Z/T: $p = 0,5\text{--}1,5\%$ (Tagliamento medio, Fella, Gail).

Tratti T: $p \geq 1,5\%$ (Slizza).

Tratto P (portage): $p_{4a} \approx 1,35\%$ $\rightarrow$ non idraulico, ma terrestre; da contabilizzare separatamente.

B. Morfologia dell'alveo e sezioni trasversali

Tagliamento basso: alveo intrecciato, larghezza 200–400 m; profondità variabile 1–3 m; talweg migrante.

Tagliamento medio: alveo anastomizzato, larghezza 80–150 m; ghiaioni attivi; profondità 0,8–2 m.

Tagliamento alto: alveo incassato, larghezza 30–60 m; soglie rocciose; profondità 0,5–1,5 m.

Fella: alveo vallivo, larghezza 20–40 m; pendenze regolari; trasporto solido elevato.

Portage Camporosso–Tarvisio: assenza di alveo; sella morfologica; percorso terrestre $\approx 3,7$ km ($\approx 20,00$ stadi); continuità idraulica interrotta.

Slizza: gole strette, larghezza 6–12 m; soglie rocciose; drop fino a 1–2 m.

Gail: alveo medio, larghezza 30–50 m; meandri moderati; profondità 1–2 m.

Drava: alveo ampio, larghezza 60–100 m; profondità 2–4 m; briglie e derivazioni.

C. Funzioni di sensitività metrica

Derivata centrale (): $dN_{centr}/dL = 1 / s_{centr} = 5,405 \text{ stadi/km}$

Funzione di variazione cumulativa: $\Delta N_{centr} = \sum (\Delta S_i / s_{centr})$

Applicazione:

Riduzione S_4 (Fella) di 2 km $\rightarrow \Delta N_{centr} = -10,8 \text{ stadi}$.

Riduzione S_7 (Drava) di 1 km $\rightarrow \Delta N_{centr} = -5,4 \text{ stadi}$.

Aggiunta microportage (0,5 km) $\rightarrow \Delta N_{centr} = +2,7 \text{ stadi}$.

Portage strutturale S_{4a} (Camporosso–Tarvisio, 3,7 km) $\rightarrow \Delta N_{centr} = +20,0 \text{ stadi}$.

Interpretazione: la rotta è robusta; $\pm 3 \text{ km}$ di variazione distribuita mantengono la centratura su 1200 stadi.

Il portage S_{4a} non è una microvariazione, ma un segmento obbligato che sposta la centratura da $\sim 1238\text{--}1246$ a $\sim 1247\text{--}1265$ stadi.

D. Funzione di compatibilità idraulica

Indice di compatibilità (): $C_i = (W_i / W_{ref}) \cdot (p_{ref} / p_i)$

dove W_i = larghezza alveo, $W_{ref} = 30 \text{ m}$, $p_{ref} = 0,5\%$.

Applicazione:

Tagliamento basso: $W \approx 300 \text{ m}$; $p \approx 0,086\%$ $\rightarrow C \approx (300/30) \cdot (0,5/0,086) \approx 10 \cdot 5,8 \approx 58 \rightarrow$ altissima compatibilità.

Slizza: $W \approx 10 \text{ m}$; $p \approx 1,33\%$ $\rightarrow C \approx (10/30) \cdot (0,5/1,33) \approx 0,33 \cdot 0,38 \approx 0,125 \rightarrow$ compatibilità bassa, tratti tecnici.

Portage S_{4a} : $W = 0$ (assenza alveo) $\rightarrow C = 0 \rightarrow$ nessuna compatibilità idraulica, ma continuità garantita da trasbordo terrestre.

E. Archeologia e topografia del capolinea

Klagenfurt (Wörthersee/Becken): bacino intramontano, porta naturale della Carinzia. Nelle vicinanze Magdalensberg (centro culturale e commerciale celtico romano) e Virunum (città romana con continuità culturale, erede di funzioni precedenti).

Compatibilità: il corridoio fluviale porta direttamente a un'area archeologica plausibile per Noreia, con evidenze culturali e commerciali

F. Verdetto tecnico integrativo

Metrico: $L_{eff} = 230,7\text{--}234,0 \text{ km} \rightarrow N_{centr} = 1247\text{--}1265 \text{ stadi}$.

Idraulico: corridoio continuo, portage limitato ma obbligato; classi N/Z prevalenti, tratti T gestibili.

Morfologico: alveo ampio in pianura, restringimenti alpini, gole tecniche, alveo ampio finale.

Sensibilità: robustezza confermata; ± 3 km di variazione mantengono centratura.

Conclusione: il corridoio foce Tagliamento $\rightarrow$ Klagenfurt è perfettamente compatibile con i 1200 stadi di Strabone, sia metricamente sia idraulicamente, e converge su un capolinea archeologico plausibile.

G. Analisi energetica della risalita idrografica

Funzione di energia specifica (ϵ): $E_i = g \cdot \Delta H_i / S_i$

dove $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, ΔH_i = dislivello, S_i = lunghezza segmento.

Applicazione:

Fella (S_4): $\Delta H \approx 400 \text{ m}$; $S \approx 53,3 \text{ km}$ $\rightarrow E_4 \approx 9,81 \cdot 400 / 53300 \approx 0,074 \text{ J/kg}$ per metro.

Portage Camporosso–Tarvisio (S_{4a}): $\Delta H \approx 50 \text{ m}$; $S \approx 3,7 \text{ km}$ $\rightarrow E_{4a} \approx 9,81 \cdot 50 / 3700 \approx 0,133 \text{ J/kg}$ per metro (segmento terrestre, non idraulico).

Slizza (S_5): $\Delta H \approx 200 \text{ m}$; $S \approx 15 \text{ km}$ $\rightarrow E_5 \approx 9,81 \cdot 200 / 15000 \approx 0,131 \text{ J/kg}$ per metro.

Interpretazione: Slizza rimane il tratto più “energetico” in senso idraulico, quindi critico per la risalita.

Il portage Camporosso–Tarvisio mostra un valore energetico elevato ($\approx 0,133 \text{ J/kg}$ per metro), ma non rappresenta un alveo: è un trasbordo terrestre obbligato.

Fella è impegnativa ma distribuita su lunghezza maggiore.

H. Funzione di continuità idraulica

Indice di continuità (I_c): $I_c = \sum (S_i \cdot C_i) / L_A$

dove C_i = coefficiente di compatibilità (0–1).

Stima:

Tratti N/Z: $C_i \approx 0,9\text{--}1,0$

Tratti Z/T: $C_i \approx 0,6\text{--}0,8$

Tratti T: $C_i \approx 0,3\text{--}0,5$

Tratto P (portage): $C_i = 0$ (assenza alveo)

Risultato:

$$I_c \approx (57,9 \cdot 0,95 + 34 \cdot 0,7 + 16,6 \cdot 0,6 + 53,3 \cdot 0,7 + 3,7 \cdot 0 + 15 \cdot 0,4 + 12,3 \cdot 0,8 + 30,1 \cdot 0,95) / 223,6$$

$$I_c \approx 0,72$$

Interpretazione: continuità idraulica buona ($\approx 72\%$), ma non totale.

Le criticità si concentrano su Slizza e Fella, mentre il portage Camporosso–Tarvisio interrompe la continuità idraulica, riducendo l'indice complessivo.

I. Funzione di rischio stagionale

Indice di rischio (R_i): $R_i = (p_i / p_{ref}) \cdot (Q_{var} / Q_{ref})$ dove p_i = pendenza, Q_{var} = variabilità di portata, Q_{ref} = portata media.

Applicazione:

Tagliamento basso: $p \approx 0,086\%$; $Q_{var}/Q_{ref} \approx 0,3 \rightarrow R \approx 0,17$ (basso).

Slizza: $p \approx 1,33\%$; $Q_{var}/Q_{ref} \approx 0,8 \rightarrow R \approx 2,13$ (alto).

Interpretazione: Slizza è il tratto più sensibile alle variazioni stagionali; Tagliamento basso è stabile.

L. Funzione di smussamento ottimale

Formula (L): $L_{opt} = L_A \cdot (1 + \delta_{B_{opt}} + \delta_{C_{opt}}) + P_{cost}$

$\delta_{B_{opt}} \approx 0,015$; $\delta_{C_{opt}} \approx 0,022$; $P_{cost} = 3,7$ km ($\approx 20,00$ stadi)

Applicazione:

$$L_{opt} \approx 221,1 \cdot (1 + 0,015 + 0,022) + 3,7$$

$$= 221,1 \cdot 1,037 + 3,7$$

$$\approx 229,2 + 3,7$$

$$\approx 232,9 \text{ km}$$

Conversione:

$$N_{centr} = 232,9 / 0,185 \approx 1259 \text{ stadi}$$

Interpretazione:

Con smussamento ottimale e portage incluso, la rotta si centra perfettamente su 1255–1260 stadi, confermando robustezza e compatibilità con il vincolo straboniano di "circa 1200 stadi".

Il portage Camporosso–Tarvisio aggiornato a 3,7 km ($\approx 20,00$ stadi) sposta la centratura leggermente più in alto rispetto al calcolo precedente, ma rimane pienamente entro la fascia di tolleranza.

M. Analisi granulometrica e trasporto solido

Funzione di carico solido ($\cdot$): $Q_{s_i} = k \cdot W_i \cdot p_i \cdot Q_i$ dove k = coefficiente empirico, W_i = larghezza alveo, p_i = pendenza, Q_i = portata.

Applicazione:

Tagliamento medio (S_2): $W \approx 120 \text{ m}$; $p \approx 0,35\%$; $Q \approx 150 \text{ m}^3/\text{s}$ → $Q_s \approx$ elevato, ghiaioni attivi.

Slizza (S_5): $W \approx 10 \text{ m}$; $p \approx 1,33\%$; $Q \approx 20 \text{ m}^3/\text{s}$ → $Q_s \approx$ moderato, ma con blocchi grossolani.

Interpretazione:

Tagliamento medio è il tratto più instabile per trasporto solido.

Slizza presenta ostacoli puntuali (blocchi rocciosi), non trasporto diffuso.

N. Funzione di rischio idromorfologico

Indice di rischio morfologico ($\cdot$): $R_{m_i} = (\sigma_W / W_i) + (\sigma_Q / Q_i)$ dove σ_W = deviazione standard larghezza, σ_Q = deviazione portata.

Applicazione:

Tagliamento basso: $\sigma_W/W \approx 0,2$; $\sigma_Q/Q \approx 0,3$ → $R_m \approx 0,5$ (moderato).

Slizza: $\sigma_W/W \approx 0,5$; $\sigma_Q/Q \approx 0,6$ → $R_m \approx 1,1$ (alto).

Interpretazione: Slizza è il tratto più variabile e quindi più critico per continuità.

O. Funzione di resilienza stagionale

Indice di resilienza ($\cdot$): $Res_i = 1 - R_i$ dove R_i = indice di rischio stagionale.

Applicazione:

Tagliamento basso: $R \approx 0,17$ → $Res \approx 0,83$ (alta resilienza).

Slizza: $R \approx 2,13$ → $Res \approx -1,13$ (assenza di resilienza, tratto critico).

Interpretazione: la resilienza complessiva del corridoio è garantita dai tratti N/Z; Tratti T: continuità idraulica mantenuta, ma con compatibilità bassa (drop, soglie, gole). Tratto P (Camporosso–Tarvisio): continuità idraulica interrotta; il corridoio prosegue solo grazie al trasbordo terrestre.

P. Profilo longitudinale e pendenze

Funzione di pendenza media per segmento ($\cdot$): $p_i = \Delta H_i / S_i$

Applicazione:

S_1 (Tagliamento basso): $\Delta H \approx 50 \text{ m}$; $S \approx 57,9 \text{ km} \rightarrow p_1 \approx 0,00086$ (0,086%)

S_2 (Tagliamento medio): $\Delta H \approx 120 \text{ m}$; $S \approx 34 \text{ km} \rightarrow p_2 \approx 0,0035$ (0,35%)

S_3 (Tagliamento alto): $\Delta H \approx 150 \text{ m}$; $S \approx 16,6 \text{ km} \rightarrow p_3 \approx 0,0090$ (0,9%)

S_4 (Fella): $\Delta H \approx 400 \text{ m}$; $S \approx 53,3 \text{ km} \rightarrow p_4 \approx 0,0075$ (0,75%)

S_{4a} (Portage Camporosso–Tarvisio): $\Delta H \approx 50 \text{ m}$; $S \approx 3,7 \text{ km} \rightarrow p_{4a} \approx 0,0135$ (1,35%)
→ segmento terrestre, non idraulico

S_5 (Slizza): $\Delta H \approx 200 \text{ m}$; $S \approx 15 \text{ km} \rightarrow p_5 \approx 0,0133$ (1,33%)

S_6 (Gail): $\Delta H \approx 80 \text{ m}$; $S \approx 12,3 \text{ km} \rightarrow p_6 \approx 0,0065$ (0,65%)

S_7 (Drava): $\Delta H \approx 100 \text{ m}$; $S \approx 30,1 \text{ km} \rightarrow p_7 \approx 0,0033$ (0,33%)

Interpretazione:

Tratti N/Z: $p \leq 0,5\%$ (Tagliamento basso, Drava).

Tratti Z/T: $p = 0,5\text{--}1,5\%$ (Tagliamento medio, Fella, Gail).

Tratti T: $p \geq 1,5\%$ (Slizza).

Tratto P: portage Camporosso–Tarvisio, $p_{4a} \approx 1,35\%$, non idraulico ma terrestre; interrompe la continuità idraulica.

Q. Funzione di incertezza metrica

Formula (): $\Delta N = (\Delta L / s_{\text{centr}})$

Parametri: $s_{\text{centr}} = 0,185 \text{ km/stadio}$

Applicazione:

$\Delta L = \pm 2 \text{ km} \rightarrow \Delta N \approx \pm 10,8 \text{ stadi}$

$\Delta L = \pm 3 \text{ km} \rightarrow \Delta N \approx \pm 16,2 \text{ stadi}$

Portage $S_{4a} = +3,7 \text{ km} \rightarrow \Delta N \approx +20,0 \text{ stadi}$

Interpretazione:

L'incertezza metrica di $\pm 2\text{--}3 \text{ km}$ non compromette la centratura su 1200 stadi.

Il portage S_{4a} non è un'incertezza, ma un segmento obbligato che sposta la centratura verso 1247–1265 stadi.

R. Funzione di energia specifica

Formula (1): $E_i = g \cdot \Delta H_i / S_i$

Applicazione:

Fella (S_4): $\Delta H \approx 400 \text{ m}$; $S \approx 53,3 \text{ km}$ → $E_4 \approx 9,81 \cdot 400 / 53300 \approx 0,074 \text{ J/kg per metro}$

Portage (S_{4a}): $\Delta H \approx 50 \text{ m}$; $S \approx 3,7 \text{ km}$ → $E_{4a} \approx 9,81 \cdot 50 / 3700 \approx 0,133 \text{ J/kg per metro (segmento terrestre, non idraulico)}$

Slizza (S_5): $\Delta H \approx 200 \text{ m}$; $S \approx 15 \text{ km}$ → $E_5 \approx 9,81 \cdot 200 / 15000 \approx 0,131 \text{ J/kg per metro}$

Interpretazione:

Slizza rimane il tratto più “energetico” in senso idraulico, quindi critico per la risalita.

Il portage mostra un valore energetico elevato, ma non rappresenta un alveo: è un trasbordo terrestre obbligato.

S. Funzione di compatibilità idraulica

Formula (2): $C_i = (W_i / W_{\text{ref}}) \cdot (p_{\text{ref}} / p_i)$

Parametri: $W_{\text{ref}} = 30 \text{ m}$; $p_{\text{ref}} = 0,5\%$

Applicazione:

Tagliamento basso: $W \approx 300 \text{ m}$; $p \approx 0,086\%$ → $C \approx 58$ (altissima compatibilità)

Slizza: $W \approx 10 \text{ m}$; $p \approx 1,33\%$ → $C \approx 0,125$ (compatibilità bassa, tratto tecnico)

Portage S_{4a} : $W = 0$ → $C = 0$ (assenza alveo, compatibilità nulla; continuità garantita solo da trasbordo terrestre)

Aquileia vs foce del Tagliamento come capolinea adriatico

Corridoio A: Aquileia (Natissa/Torre) → Klagenfurt

Nodi e segmenti principali

O_0: Aquileia, porto sul Natissa/Torre (bacino lagunare con infrastrutture portuali)

Percorso idrografico completo:

Natissa → 3296 m

Natissa → Laguna di Grado → 2523 m

Laguna di Grado → Foce Tagliamento → 22971 m

Totale Aquileia–foce Tagliamento → $S_0 \approx 28,79 \text{ km}$ ($\approx 155,6$ stadi) [misura GIS]

aggiornata]

N_1: Natissa/Torre medio (uscita urbana) → S_1 ≈ 8--12 km

N_2: Natissa/Torre alto (verso piede alpino) → S_2 ≈ 35--40 km

F_0: Val Fella basso (Resiutta--Pontebba) → S_3 ≈ 16--18 km

C_T: Camporosso (inizio portage) → S_4a ≈ 3,7 km (≈20,00 stadi) [aggiornato]

T_1: Tarvisio (Slizza) → S_5 ≈ 15 km

A_1: Arnoldstein (Gail) → S_6 ≈ 12--13 km

V_1: Villach (Drava) → S_7 ≈ 30--31 km

K_1: Klagenfurt (Wörthersee/Becken) → S_8 ≈ 0--2 km

Somma direttiva:

L_A = 28,79 km (Aquileia--foce Tagliamento, via Natissa e laguna) + 222,9 km (Corridoio B, incluso portage)

→ L_A ≈ 251,7 km (≈1360 stadi)

Smussamento e risalita:

$\delta_B = 0,015\text{--}0,020$; $\delta_C = 0,02\text{--}0,03$

Formula: $L_{\text{eff}} = L_A \cdot (1 + \delta_B) \cdot (1 + \delta_C)$

Intervallo: $L_{\text{eff}} \approx 260,5 \text{ -- } 264,3 \text{ km}$

→ N_centr ≈ 1409 -- 1429 stadi

Navigabilità per tratta

Natissa--Laguna--Tagliamento (S_0): N/Z. Canali lagunari ampi, regolazione portuale; alaggio operativo controcorrente se necessario.

Natissa/Torre (S_1--S_2): N/Z. Alveo medio-alto, continuità idraulica mantenuta.

Piede alpino → Fella (S_3): Z/T. Tratti tecnici, continuità idraulica mantenuta.

Fella alto (S_4): Z/T. Alveo vallivo, pendenze regolari; trasporto solido elevato; navigabilità tecnica con assistenza da riva.

Portage Camporosso--Tarvisio (S_4a): P. Segmento terrestre obbligato, ≈3,7 km (≈20,00 stadi). Assenza di alveo; trasbordo su sella morfologica; continuità idraulica interrotta.

Slizza (S_5): T. Gole brevi, soglie rocciose; navigabilità tecnica a sezioni.

Gail (S_6): Z. Medio corso, alveo moderato.

Drava verso Klagenfurt (S_7): N/Z. Alveo ampio, meandri contenuti.

NB.:

- Il valore del portage Camporosso–Tarvisio è pari a 3,7 km ($\approx 20,00$ stadi).
- La misura GIS del segmento Aquileia–foce Tagliamento è aggiornata a 28,79 km ($\approx 155,6$ stadi), con dettaglio dei tre tratti componenti.
- Corridoio A (Aquileia) eccede Corridoio B (foce Tagliamento) di circa 31 stadi rispetto alla misura precedente: la parità metrica non sussiste.
- Aquileia si configura come porta centrale/alta, con surplus lagunare rispetto alla foce.

Nota metodologica di incertezza:

La misura complessiva Aquileia–foce del Tagliamento (28,79 km $\approx 155,6$ stadi) è da considerarsi verosimile entro un margine di $\pm 0,5$ –1,0 km.

Il margine deriva da:

- discretizzazione delle geometrie lagunari e fluviali nel dataset GIS;
- oscillazioni di marea e variazioni stagionali del talweg lagunare;
- scelta del caposaldo ad Aquileia (porto Natissa/Torre) e della definizione di “foce” (talweg centrale vs sponda);
- eventuali micro connessioni idrografiche aggiunte per garantire continuità topologica.

Il valore riportato è quindi da intendersi come misura operativa, con tolleranza esplicita e documentata, utile alla comparazione editoriale e alla formalizzazione scientifica.

Corridoio B: Foce del Tagliamento → Klagenfurt

Nodi e segmenti principali

O_T: Foce Tagliamento (Lignano–Bibione) → $S_1 \approx 57,9$ km

Tg_1: Medio corso (San Daniele–Spilimbergo) → $S_2 \approx 34,0$ km

Tg_2: Carnia (Venezia–Tolmezzo) → $S_3 \approx 16,6$ km

F_0: Val Fella basso (Resiutta--Pontebba) → $S_4 \approx 53,3$ km

C_T: Camporosso (inizio portage) → $S_{4a} \approx 3,7$ km ($\approx 20,00$ stadi)

T_1: Tarvisio (Slizza) → $S_5 \approx 15,0$ km

A_1: Arnoldstein (Gail) → $S_6 \approx 12,3$ km

V_1: Villach (Drava) → $S_7 \approx 30,1$ km

K_1: Klagenfurt (Wörthersee/Becken)

Somma direttiva:

$$L_A = \sum S_i + S_{4a} = 222,9 \text{ km}$$

Smussamento e risalita:

$$\delta_B = 0,015\text{--}0,020 ; \delta_C = 0,02\text{--}0,03$$

$$L_{\text{eff}} = L_A \cdot (1+\delta_B) \cdot (1+\delta_C)$$

$$\approx 230,7\text{--}234,0 \text{ km}$$

Navigabilità per tratta

$S_1\text{--}S_2$: N/Z. Asta ampia, anastomosi e ghiaioni; gestione di secche stagionali.

$S_3\text{--}S_4$: Z/T. Risalita alpina tecnica ma continua fino a Camporosso.

S_{4a} : P. Segmento terrestre obbligato, $\approx 3,7$ km ($\approx 20,00$ stadi). Assenza alveo; trasbordo su sella morfologica; continuità idraulica interrotta.

S_5 : T. Gole e soglie; navigazione a sezioni.

$S_6\text{--}S_7$: Z → N/Z. Medio corso e alveo ampio verso Klagenfurt.

Conversione in stadi

Parametro:

$$s_{\text{centr}} = 0,185 \text{ km/stadio}$$

$$N_{\text{centr}} = L_{\text{eff}} / s_{\text{centr}} \approx 1247\text{--}1265 \text{ stadi}$$

Interpretazione:

La centratura intorno a "1200 stadi" è mantenuta solo per l'origine alla foce del Tagliamento, includendo il portage Camporosso–Tarvisio come segmento obbligato.

Con Aquileia, invece, la misura GIS aggiornata del tratto lagunare ($\approx 28,79$ km $\approx 155,6$ stadi) porta il totale a 1409–1429 stadi: un surplus di 213–229 stadi rispetto alla

foce.

Il margine operativo su smussamento e sinuosità resta valido, ma la continuità idraulica diventa mista (fluviale + lagunare + terrestre).

Valutazione di idoneità e vie d'acqua Aquileia →

Il margine operativo su smussamento e sinuosità resta valido, ma la continuità idraulica diventa mista (fluviale + lagunare + terrestre).

Valutazione di idoneità e vie d'acqua Aquileia → Tagliamento

Se si seleziona Aquileia come origine, la continuità fino al Tagliamento si ottiene attraverso:

- Bacino lagunare di Aquileia (Natissa/Torre): porto fluviale con banchine, piani inclinati e rampe; garantisce allaggio e regolazione dei flussi.

- Canali lagunari e costa interna: collegamento navigabile tra il porto sul Natissa e la foce del Tagliamento (litorale basso, canali di marea e vie d'acqua interne), quindi innesto sull'asta del Tagliamento in foce o nel tratto di bassa pianura. Pratiche di miglioramento della navigabilità fluviale nel Nordest sono storicamente e attualmente pianificate (idrovie e raccordi logistici).

- Punto di innesto preferibile: innesto diretto alla foce del Tagliamento o nel tratto di bassa pianura, dove l'alveo è ampio e la corrente più gestibile per risalita; da lì si prosegue lungo il Tagliamento verso Carnia e Val Canale. Questa catena assorbe l'origine Aquileia senza introdurre portage aggiuntivi, ma comporta un surplus metrico significativo.

Sensibilità metrica e robustezza operativa

- Derivata centrale: $dN_{centr}/dL = 1/s_{centr} = 5,405 \text{ stadi/km}$.

→ 2 km di raddrizzamento su Drava o Fella spostano circa -10,8 stadi, utile per microcentrature.

- Sinuosità e smussamento: δ_C tra 0,02 e 0,03 copre meandri e serpentine realistiche su Tagliamento/Gail/Drava. La continuità idraulica è più stabile con origine Tagliamento (meno tratte urbane), mentre Aquileia beneficia di infrastrutture portuali per compensare la controcorrente di ingresso, ma eccede la centratura.

- Navigabilità stagionale: pianura e laguna sono N/Z annuale; le sezioni alpine (Fella, Slizza) richiedono finestre di portata e ricognizione preliminare tecnica (T gestibile). Progetti e pratiche moderne confermano la vocazione del NordEst all'uso delle idrovie, a supporto dell'idea di corridoi funzionali antichi.

Nota metodologica di incertezza:

La misura complessiva Aquileia–foce del Tagliamento (28,79 km $\approx$ 155,6 stadi) è da considerarsi verosimile entro un margine di $\pm 0,5$ –1,0 km.

Il margine deriva da discretizzazione delle geometrie lagunari e fluviali, oscillazioni di marea, definizione dei capisaldi e micro connessioni idrografiche.

Il valore riportato è quindi da intendersi come misura operativa, con tolleranza esplicita e documentata, utile alla comparazione editoriale e alla formalizzazione scientifica.

Corridoio Aquileia/Tagliamento → Klagenfurt

Obiettivo: verificare la compatibilità con i 1200 stadi di Strabone.

Origini:

O_Aq = Aquileia (porto sul Natissa/Torre, con banchine e rampe).

O_Tg = Foce Tagliamento (asta principale).

Capolinea: K_1 = Klagenfurt (Wörthersee/Becken).

Protocollo: segmentazione S_i, somma L_A, smussamento L_B, risalita L_C, portage P_cost, lunghezza effettiva L_eff, conversione in stadi N_min/N_centr/N_max.

Nodi idrografici

O_Aq: Aquileia (porto Natissa/Torre).

O_Tg: Foce Tagliamento.

Tg_1: Tagliamento medio (San Daniele--Spilimbergo).

Tg_2: Tagliamento alto (Carnia).

F_0: Val Fella basso (Resiutta--Pontebba).

C_T: Camporosso (inizio portage).

T_1: Tarvisio (Slizza).

A_1: Arnoldstein (Slizza → Gail).

V_1: Villach (Gail → Drava).

K_1: Klagenfurt (Wörthersee/Becken)

Segmentazione metrica e profilo idromorfologico

Origine Tagliamento (O_Tg → K_1)

S_1 (Foce → medio corso): 58 km.

Profilo: pianura, alveo ampio.

Navigabilità: N/Z.

S_2 (Medio → alto corso, Carnia): 34 km.

Profilo: ghiaioni, anastomosi.

Navigabilità: Z.

S_3 (Carnia → Fella basso): 16--17 km.

Profilo: piede alpino.

Navigabilità: Z/T.

S_4 (Fella basso → Camporosso): 47,2 km.

Profilo: Val Fella.

Navigabilità: Z/T.

S_4a (Camporosso → Tarvisio, portage): 3,7 km ($\approx 20,0$ stadi) [aggiornato].

Profilo: sella morfologica.

Navigabilità: P (trasbordo terrestre).

S_5 (Tarvisio → Arnoldstein, Slizza): 15 km.

Profilo: gole.

Navigabilità: T.

S_6 (Arnoldstein → Villach, Gail): 12,3 km.

Profilo: medio corso.

Navigabilità: Z.

S_7 (Villach → Klagenfurt, Drava): 30,1 km.

Profilo: Drava medio.

Navigabilità: N/Z.

Somma L_A_Tg (direttiva, con portage): $\approx 222,9$ km

Smussamento e risalita (Tagliamento):

$\delta_B = 0,015\text{--}0,020$; $\delta_C = 0,02\text{--}0,03$

L_eff_Tg $\approx 230,7\text{--}234,0$ km

N_centr_Tg $\approx 1247\text{--}1265$ stadi

Origine Aquileia (O_Aq → K_1)

S_0 (Aquileia → foce Tagliamento, laguna): 28,79 km ($\approx 155,6$ stadi) [misura GIS aggiornata].

Profilo: laguna/canali regolati.

Navigabilità: N (porto attrezzato, alaggio su sponda).

S_1 (Tagliamento medio): 58 km.

S_2 (Tagliamento alto, Carnia): 34 km.

S_3 (Carnia → Fella basso): 16--17 km.

S_4 (Fella basso → Camporosso): 47,2 km.

S_4a (Camporosso → Tarvisio, portage): 3,7 km ($\approx 20,0$ stadi).

S_5 (Tarvisio → Arnoldstein, Slizza): 15 km.

S_6 (Arnoldstein → Villach, Gail): 12--13 km.

S_7 (Villach → Klagenfurt, Drava): 30--31 km.

Somma L_A_Aq (direttiva, include laguna + portage): $\approx 251,7$ km

Smussamento e risalita (Aquileia):

$\delta_B = 0,015\text{--}0,020$; $\delta_C = 0,02\text{--}0,03$

$L_{\text{eff_Aq}} \approx 260,5\text{--}264,3$ km

$N_{\text{centr_Aq}} \approx 1409\text{--}1429$ stadi

Conclusioni

- Origine Tagliamento: compatibile con la centratura di Strabone, $N_{\text{centr}} \approx 1247\text{--}1265$ stadi; porta centrale, continuità mista (fluviale + portage Camporosso–Tarvisio).

- Origine Aquileia: eccede la centratura, $N_{\text{centr}} \approx 1409\text{--}1429$ stadi; porta centrale/alta, continuità mista (lagunare + fluviale + portage).

- Differenza metrica: Aquileia introduce un surplus di $\approx 213\text{--}229$ stadi rispetto alla foce del Tagliamento.

- Nota editoriale: la co-compatibilità numerica non sussiste. Il Tagliamento resta più compatibile per linearità fluviale e centratura sui 1200 stadi; Aquileia si configura come origine alternativa, ma eccedente.

Nota metodologica di incertezza:

La misura complessiva Aquileia–foce del Tagliamento (28,79 km $\approx$ 155,6 stadi) è da considerarsi verosimile entro un margine di $\pm 0,5$ –1,0 km.

Il margine deriva da discretizzazione delle geometrie lagunari e fluviali, oscillazioni di marea, definizione dei capisaldi e micro connessioni idrografiche.

Il valore riportato è quindi da intendersi come misura operativa, con tolleranza esplicita e documentata, utile alla comparazione editoriale e alla formalizzazione scientifica.

Navigabilità dettagliata per tratta

Laguna–Natissa (Aquileia): N. Navigazione piena; porto attrezzato con banchine e rampe.

Natissa/Torre medio: N/Z. Pianura fluviale, alveo ampio.

Tagliamento basso–medio: N/Z. Asta ampia, anastomosi, ghiaioni.

Tagliamento alto–Carnia: Z/T. Risalita alpina, tratti tecnici.

Fella: Z/T. Risalita valliva, rapide gestibili (fino a Camporosso).

Portage Camporosso–Tarvisio (S_4a): P. Segmento terrestre obbligato, $\approx 3,7$ km ($\approx 20,0$ stadi); assenza alveo, trasbordo su sella morfologica.

Slizza: T. Gole, soglie rocciose; navigazione tecnica.

Gail: Z. Medio corso, alveo moderato.

Drava → Klagenfurt: N/Z. Alveo ampio, meandri contenuti.

Sensibilità e robustezza

Derivata centrale: $dN_{centr}/dL = 1 / s_{centr} = 5,405$ stadi/km

Effetto: ± 2 km → $\pm 10,8$ stadi ; ± 3 km → $\pm 16,2$ stadi

Aquileia: margine operativo 6–8 km (smussamento e sinuosità); centratura in porta alta, con surplus lagunare $\approx 155,6$ stadi.

Tagliamento: margine operativo 2–3 km; centratura mantenuta in porta centrale–alta, dipendente dal portage S_4a .

Verdetto finale

Origine Aquileia: eccedente, N_{centr} $\approx 1409-1429$ stadi; porta centrale–alta; continuità funzionale garantita da porto e canali lagunari (continuità mista).

Origine Tagliamento: compatibile, N_{centr} $\approx 1247-1265$ stadi; centratura mantenuta includendo il portage Camporosso–Tarvisio; corridoio a continuità mista (fluviale + terrestre), non idraulico puro.

Sintesi per caposaldo

Caposaldo (stadi)	Tipo	Lunghezza totale (km)	Lunghezza totale
Tolmezzo (Tagliamento)	Fluviale	34 (medio–alto)	≈ 184
Pontebba (Fella)	Fluviale	16–17	$\approx 86-92$
Camporosso–Tarvisio	Terrestre	3,7	$\approx 20,0$
Tarvisio (Slizza)	Fluviale	15	≈ 81
Villach (Gail)	Fluviale	12–13	$\approx 65-70$
Klagenfurt (Drava)	Fluviale	30–31	$\approx 162-167$

NB. Il totale del corridoio include la voce terrestre Camporosso–Tarvisio; i totali per caposaldo restano fluviali. La misura lagunare Aquileia–Tagliamento ($\approx 28,79$ km $\approx 155,6$ stadi) va aggiunta solo per l'origine Aquileia, e determina il surplus metrico rispetto alla foce del Tagliamento.

Nota metodologica di incertezza:

La misura complessiva Aquileia–foce del Tagliamento (28,79 km $\approx 155,6$ stadi) è da considerarsi verosimile entro un margine di $\pm 0,5-1,0$ km. Il margine deriva da discretizzazione delle geometrie lagunari e fluviali, oscillazioni di marea, definizione dei capisaldi e micro connessioni idrografiche.

Vediamo ora cosa succede se sostituiamo al Tagliamento il sistema Natissa–Natisone con innesto sul basso Fella e conseguente cambio di sottobacino e portage. La scelta di questo corridoio idraulico non è opzionale ma dettata dalla necessità di mantenere entro il range straboniano di circa 1200 stadi il percorso fluviale dall'Alto Adriatico alle principali Noreia ipotizzate in alternativa a Klagenfurt. Ritengo, comunque, il brano di Strabone bastantemente chiaro per escludere che il fiume in questione possa identificarsi con l'Isonzo e la rete dei suoi tributari. "Aquileia è al di fuori dei confini degli Eneti, il cui territorio è delimitato da un fiume [...]": i Veneti occupavano il settore occidentale della X Regio Venetia et Histria, e il fiume che fungeva da confine con Aquileia deve per forza essere stato il Tagliamento, visto che l'Isonzo è ad est di Aquileia. Questa banale constatazione è

sufficiente per far convergere sul Tagliamento ogni congettura possibile sul fiume menzionato da Strabone, o meglio sul primo tratto del percorso fluviale diretto a Noreia.

Sequenza idrografica d'ingresso dalla Laguna di Aquileia (Natissa/Natisone, canali lagunari) al Fella

Laguna → foce Natissa/Natisone

Compatibilità: N. Navigazione piena; porto attrezzato con banchine e rampe; canali di marea regolari.

Obiettivo: entrare nel sistema Natissa/Natisone evitando l'asta del Tagliamento.

Natissa/Natisone basso → medio (Aquileia → Cividale)

Tratto: risalita su alveo ampio in bassa pianura, poi media valle.

Compatibilità: N/Z; livelli medi buoni, meandri gestibili.

Nota operativa: mantenere la direttrice principale del Natisone per ridurre zigzag e δ_C .

Media valle → piede alpino (Cividale → alta valle del Natisone, versante Kanin/Musi)

Tratto: alveo si restringe, pendenze aumentano, soglie rocciose locali.

Compatibilità: Z/T a tratti; necessaria ricognizione tecnica su soglie e forre.

Obiettivo: interfaccia con bacino Torre/Resia.

Microportage 1 (soglia Natisone → Torre)

Tipo: trasbordo tra sottobacini contigui in alta pianura/prealpi.

Lunghezza: 0,5–1,0 km (da verificare con profilo altimetrico).

Dislivello: 40–80 m (valori indicativi, richiedono sezione altimetrica).

Classificazione: P (terrestre). Impatto: discontinuità idraulica, incremento P_{cost} .

Torre medio → alto (piede prealpino → Val Torre)

Tratto: canalizzazione naturale verso NE, alveo mediopiccino, tratti incisi.

Compatibilità: Z con segmenti T locali; gestibile ma con sensibilità stagionale.

Passaggio al bacino della Fella via Resia

Microportage 2 (Torre → Resia, soglia Val Resia)

Tipo: trasbordo tra sottobacini contigui (testate Torre e Resia).

Lunghezza: 0,5–0,8 km (da verificare con profilo altimetrico).

Dislivello: 60–120 m (quota di sella da confermare).

Classificazione: P (terrestre). Impatto: ulteriore discontinuità, accumulo P_{cost}.

Resia alto → basso (Val Resia → confluenza nella Fella a Resiutta)

Tratto: discesa controllata; alveo torrentizio che si apre in media valle.

Compatibilità: T in alto, Z in basso; possibili portage puntuali.

Fella basso (Resiutta → Pontebba)

Tratto: ingresso pieno nella Fella, alveo medio, pendenze regolari.

Compatibilità: Z/T; corridoio lineare verso Tarvisio.

Fella medio → alto (Pontebba → Tarvisio/Val Canale)

Tratto: risalita verso la sella naturale del Val Canale.

Compatibilità: Z/T; tratti tecnici gestibili; direttrice coerente verso la Slizza.

Chiusura del raccordo sulla dorsale Isonzo–Fella

Sintesi dei passaggi chiave:

- Laguna → Natissa/Natisone: N/Z (continuità lagunare-fluviale).
- Natisone → Torre: microportage di soglia ($\leq 1,0$ km), P.
- Torre → Resia: microportage di soglia ($\leq 0,8$ km), P.
- Resia → Fella: Z/T con discesa alla Fella (possibili P puntuali).
- Fella → Tarvisio (Val Canale): Z/T fino al nodo Slizza.

Valutazione rispetto al Tagliamento

- Qualità del corridoio: la catena Natisone–Torre–Resia introduce almeno due portage terrestri e tratti torrentizi con forte sensibilità stagionale; la continuità è mista (lagunare + fluviale + terrestre) con dislivelli non trascurabili alle soglie.
- Impatto metrico: P_{cost} cumulativo ($\approx 1,0$ – $1,8$ km, da verificare) + tratti T/Z in alta valle aumentano L_{eff} e δ_C ; la centratura sui 1200 stadi tende a degradare rispetto alla soluzione via Tagliamento.
- Preferibilità: NON preferibile al Tagliamento per continuità, linearità e centratura; resta ipotesi tecnica da documentare con profili altimetrici e misura GIS esplicita delle due soglie (Natisone → Torre; Torre → Resia).

Sensibilità e robustezza

- Derivata centrale: $dN_{centr}/dL = 1/s_{centr} = 5,405$ stadi/km.
- Effetto di microportage: +1,0 km di $P_{cost} \rightarrow +5,4$ stadi (senza smussamento); ma il costo operativo reale è superiore per dislivello e logistica.
- δ_C : aumenta nelle sezioni torrentizie; la finestra operativa è più ristretta che sull'asta del Tagliamento.

Verdetto tecnico

La catena Natisone–Torre–Resia, pur teoricamente percorribile, introduce almeno tre portage terrestri e tratti torrentizi con forte sensibilità stagionale. La continuità idraulica è frammentata e la centratura sui 1200 stadi degrada sensibilmente. Il corridoio via Tagliamento resta preferibile per linearità, compattezza metrica e robustezza operativa.

Corridoio LAGL+ – Distanza idraulica completa (Tagliamento $\rightarrow$ Klagenfurt $\rightarrow$ Neumarkt)

- Origine idraulica: FOCE TAGLIAMENTO (O_{Tg}). Nessun tratto lagunare di Aquileia incluso.
- CRS unico: EPSG:32633 / UTM 33T (WGS84). Tutti i nodi e le misure sono in metri (Easting, Northing).
- Metodo: lunghezze lungo gli alvei reali (polilinee aderenti ai fiumi). Il portage è distanza operativa non smussata, con penalità energetica separata. Lo smussamento e la risalita si applicano solo ai tratti fluviali.
- Parametro di conversione metrica editoriale: stadio romano centrato $s_{centr} = 0,185$ km/stadio.

NODI UTM (VALORI OPERATIVI, 33T)

O_{Tg} (Foce Tagliamento)	: E 357000 ; N 5058000
Tg_1 (Tagliamento medio, San Daniele/Spil.)	: E 346262 ; N 5113000
Tg_2 (Tagliamento alto, Venzona/Carnia)	: E 358000 ; N 5138000
F_0 (Fella basso, Resiutta)	: E 359000 ; N 5143000
C_T (Camporosso, inizio portage)	: E 385000 ; N 5153000
T_1 (Tarvisio, Slizza)	: E 387500 ; N 5152500
A_1 (Arnoldstein, uscita Slizza $\rightarrow$ Gail)	: E 402000 ; N 5158000
V_1 (Villach, Gail $\rightarrow$ Drava)	: E 411000 ; N 5164000
K_1 (Klagenfurt, Wörthersee/Becken)	: E 450000 ; N 5167000

B_1 (Brückl, Görtschitzklamm) : E 467000 ; N 5180000

G_1 (Görtschitztal medio, Eberstein) : E 468000 ; N 5187000

H_1 (Hüttenberg) : E 472000 ; N 5203000

S_1 (Obdacher Sattel) : E 482000 ; N 5213000

N_1 (Neumarkt in der Steiermark) : E 465000 ; N 5215000

CLASSI DI CONTINUITÀ IDRAULICA (PER TRATTA)

- N: navigabile (alveo ampio, continuità robusta); Z: zatterabile (moderata continuità, meandri gestibili);

- T: tecnico (gole/soglie, continuità condizionata); P: portage (terrestre).

SEZIONE A — TAGLIAMENTO → FELLA → SLIZZA → GAIL → DRAVA → KLAGENFURT (Distanza idraulica con profili)

A.1 Segmentazione idraulica, profili morfologici e giustificazione

S_1: Foce Tagliamento (O_Tg) → Tagliamento medio (Tg_1) = 58,0 km

- Morfologia: pianura fluviale, alveo pluricursale semplificato nel tratto di lavoro; meandri contenuti, sponde mobili.

- Continuità: N/Z. La lunghezza incorpora sinuosità locale e rettifiche idrauliche in prossimità delle brighe.

S_2: Tagliamento medio (Tg_1) → Tagliamento alto (Tg_2) = 34,0 km

- Morfologia: transizione al medio–alto corso; ghiaioni, anastomosi, riprese di alveo secondario con ritorno all'asta principale.

- Continuità: Z/T. La misura segue traccia principale evitando salti di crinale; rettifica dove l'alveo si allarga in ventagli.

S_3: Tagliamento alto (Tg_2) → Fella basso (F_0) = 16–17 km

- Morfologia: raccordo carnico verso la Fella; piede alpino con incisione crescente.

- Continuità: Z/T. Interpolazione idraulica parsimoniosa dove l'alveo si biforca; conteggio minimo 16 km, massimo 17 km per incertezza locale.

S_4: Fella basso (F_0) → Camporosso (C_T) = 47,2 km

- Morfologia: Val Fella, risalita valliva con pendenze moderate; restringimenti e rapide a tratti.

- Continuità: Z/T. Traccia aderente al talweg; esclusi aggiramenti non idraulici.

S_4a: Camporosso (C_T) → Tarvisio (T_1) [PORTAGE] = 3,7 km (operativo)

- Morfologia: sella di spartiacque Adriatico/Mar Nero; assenza d'alveo continuo; sentiero di traverso.

- Continuità: P. Lunghezza operativa da traccia terrestre; non soggetta a smussamento.

S_5: Tarvisio (T_1) → Arnoldstein (A_1) = 15,0 km (Slizza)

- Morfologia: gole brevi e soglie rocciose; deflusso concentrato; incisione marcata.

- Continuità: T. Aderenza al talweg; rettifiche minori per passaggi obbligati in gola.

S_6: Arnoldstein (A_1) → Villach (V_1) = 12,3 km (Gail)

- Morfologia: medio corso; alveo moderato, raggio di curvatura ampio; minor incisione rispetto a Slizza.

- Continuità: Z. Traccia centrale dell'asta; allineata alle pieghe principali.

S_7: Villach (V_1) → Klagenfurt (K_1) = 30,1 km (Drava)

- Morfologia: Drava medio; alveo ampio, meandri contenuti; raddrizzamenti storici locali; continuità ottimale.

- Continuità: N/Z. Traccia principale seguendo talweg; piccoli smussi inclusi nella misura.

Somma idraulica direttiva O_Tg → K_1 (portage incluso come lunghezza):

- $L_{A_Tg} = 58,0 + 34,0 + (16-17) + 47,2 + 3,7 + 15,0 + 12,3 + 30,1 = 216,3-217,3 \text{ km}$

- Valore consolidato (integra curvature micro e addentellati): $L_{A_Tg} \approx 222,9 \text{ km}$

A.2 Smussamento (δ_B) e risalita (δ_C) sui tratti fluviali

- Definizione: δ_B corregge la curvatura valliva (sinuosità e pieghe dell'alveo); δ_C integra deviazioni operative (aggiramenti, brevi riprese di sponda).

- Range operativo: $\delta_B = 0,015-0,020$; $\delta_C = 0,02-0,03$; $\delta^* = \delta_B + \delta_C = 0,035-0,050$

- Separazione portage: il portage non è smussato.

- Fluviale netto:

$L_{fluv_Tg} = L_{A_Tg} - L_{portage_Tg} = 222,9 - 3,7 = 219,2 \text{ km}$

Lunghezza effettiva (solo fluviale smussato, portage sommato):

- $L_{eff_Tg} = L_{fluv_Tg} \cdot (1 + \delta^*) + L_{portage_Tg}$

Caso basso ($\delta^* = 0,035$): $L_{eff_Tg} = 219,2 \cdot 1,035 + 3,7 = 230,4 \text{ km}$

Caso alto ($\delta^* = 0,050$): $L_{eff_Tg} = 219,2 \cdot 1,050 + 3,7 = 232,8$ km

Conversione in stadi ($s_{centr} = 0,185$ km/stadio):

- N_{centr_Tg} :

Caso basso: $230,4 / 0,185 = 1246,5$ stadi

Caso alto : $232,8 / 0,185 = 1258,9$ stadi

Finestra editoriale: $\approx 1247-1259$ stadi (compatibile con "circa 1200").

SEZIONE B — KLAGENFURT → BRÜCKL → GÖRTSCHITZTAL → HÜTTENBERG →
OBDACHER → NEUMARKT (APPENDICE VALLIVA)

B.1 Segmentazione idraulica, profili morfologici e giustificazione

S_8: Klagenfurt (K_1) → Brückl (B_1) = 18,8 km

- Morfologia: pianura intramontana del Klagenfurter Becken verso la gola di Brückl; alveo ampio, restringimenti in prossimità della klamm.

- Continuità: N/Z → Z/T. La misura ingloba l'imbocco della Görtschitzklamm.

S_9: Brückl (B_1) → Görtschitztal medio (G_1 , Eberstein) = 15,8 km

- Morfologia: valle media della Görtschitz; alveo vallivo con raggio di curvatura ridotto, restringimenti naturali.

- Continuità: Z. Traccia aderente al talweg; esclusi tratti di sponda non idraulici.

S_10: Görtschitztal (G_1) → Hüttenberg (H_1) = 24,0 km

- Morfologia: Görtschitz alta; incisione crescente; alveo con sezioni più strette e alternanze di substrato roccioso.

- Continuità: Z. La misura rettifica la direttrice geometrica errata, mantenendo la catena valliva reale.

S_11: Hüttenberg (H_1) → Obdacher Sattel (S_1) [PORTAGE] = 9,0 km ; $\Delta h \approx 255$ m

- Morfologia: sella non idraulica; collegamento terrestre obbligato con guadagno di quota ($H_1 \sim 700$ m → S_1 955 m).

- Continuità: P. Distanza orizzontale operativa; smussamenti non applicati.

S_12: Obdacher Sattel (S_1) → Neumarkt (N_1) = 12,0 km

- Morfologia: discesa valliva verso la Mur; alveo secondario con continuità moderata.

- Continuità: Z/N. Traccia parsimoniosa lungo valle.

Somma idraulica appendice (portage come orizzontale):

$$- L_{A_app} = 18,8 + 15,8 + 24,0 + 9,0 + 12,0 = 79,6 \text{ km}$$

B.2 Smussamento (δ_B), risalita (δ_C) e penalità portage (appendice)

$$- \text{Fluviale netto appendice: } L_{fluv_app} = L_{A_app} - L_{portage_app} = 79,6 - 9,0 = 70,6 \text{ km}$$

$$- \text{Smussamento/risalita: } \delta^* = 0,035 - 0,050 \text{ (come Sezione A)}$$

- Penalità portage (energetica separata):

$$P_{cost_app} = \alpha_P \cdot L_{portage_app} + \beta_P \cdot \Delta h$$

$$\text{Parametri: } \alpha_P = 0,06 ; \beta_P = 0,0007 ; \Delta h \approx 255 \text{ m}$$

$$P_{cost_app} = 0,540 + 0,179 = 0,719 \text{ km}$$

Lunghezza effettiva appendice:

$$- L_{eff_app} = L_{fluv_app} \cdot (1 + \delta^*) + L_{portage_app} + P_{cost_app}$$

$$\text{Caso basso } (\delta^* = 0,035): L_{eff_app} = 70,6 \cdot 1,035 + 9,0 + 0,719 = 73,98 \text{ km}$$

$$\text{Caso alto } (\delta^* = 0,050): L_{eff_app} = 70,6 \cdot 1,050 + 9,0 + 0,719 = 74,90 \text{ km}$$

Conversione in stadi ($s_{centr} = 0,185 \text{ km/stadio}$):

- N_{centr_app} :

$$\text{Caso basso: } 73,98 / 0,185 = 400,0 \text{ stadi}$$

$$\text{Caso alto : } 74,90 / 0,185 = 404,9 \text{ stadi}$$

SEZIONE C – COMPOSIZIONE TOTALE, INTERVALLI, SENSIBILITÀ, INCERTEZZE

C.1 Composizione delle lunghezze effettive

$$- L_{eff_Tg} (O_{Tg} \rightarrow K_1): \approx 230,4 - 232,8 \text{ km (smussato fluviale; portage 3,7 km sommato)}$$

$$- L_{eff_app} (K_1 \rightarrow N_1): \approx 73,98 - 74,90 \text{ km (smussato fluviale; portage 9,0 km + } P_{cost_app})$$

$$- L_{eff_tot} = L_{eff_Tg} + L_{eff_app} = \approx 304,38 - 307,70 \text{ km}$$

C.2 Conversione complessiva in stadi centrali ($s_{centr} = 0,185 \text{ km/stadio}$)

- N_{centr_tot} :

$$\text{Caso basso: } 304,38 / 0,185 = 1646 \text{ stadi}$$

$$\text{Caso alto : } 307,70 / 0,185 = 1663 \text{ stadi}$$

C.3 Intervallo antico (facoltativo, per contesto storico metrologico)

- $s_{\min} = 0,1777$ km/stadio ; $s_{\max} = 0,1973$ km/stadio

- $N_{\min_{\text{tot}}}$:

Caso basso: $304,38 / 0,1973 = 1543$; Caso alto: $307,70 / 0,1973 = 1559$

- $N_{\max_{\text{tot}}}$:

Caso basso: $304,38 / 0,1777 = 1713$; Caso alto: $307,70 / 0,1777 = 1731$

C.4 Sensibilità metrica (derivata e impatti)

- $dN/dL = 1 / s_{\text{centr}} = 5,405$ stadi/km

- Impatti:

± 2 km $\rightarrow \pm 10,8$ stadi ; ± 3 km $\rightarrow \pm 16,2$ stadi ; ± 10 km $\rightarrow \pm 54,0$ stadi

- Nota: contrazioni locali su tratti fluviali migliorano l'intervallo, ma non modificano il responso se l'appendice resta inclusa (porta alta complessiva).

C.5 Incertezze formalizzate (intervalli chiusi)

- S_3 (16–17 km): variabilità locale per biforcazioni e ghiaioni; effetto su $L_{A_{Tg}} \pm 0,5$ km ($\pm 2,7$ stadi).

- δ^* (0,035–0,050): range operativo giustificato da sinuosità media e deviazioni; effetto su $L_{\text{eff}} \pm 1,8\%$ del fluviale.

- Portage Obdacher: $\Delta h \approx 255$ m (DEM consigliato per conferma); effetto su $P_{\text{cost}_{\text{app}}} \pm 0,02$ km ($\pm 0,1$ stadio).

- Le misure sono stabili; gli intervalli rendono trasparente l'errore operativo residuo.

SEZIONE D – RESPONSIO FINALE

- Tratto principale $O_{Tg} \rightarrow K_1$ (Tagliamento–Fella–Slizza–Gail–Drava, con portage Camporosso $\rightarrow$ Tarvisio):

$L_{\text{eff}_{Tg}} \approx 230,4\text{--}232,8$ km $\rightarrow N_{\text{centr}_{Tg}} \approx 1247\text{--}1259$ stadi.

Risulta compatibile con la centratura “circa 1200 stadi” ed è sostenuto da continuità idraulica robusta e da un solo portage breve e documentato.

- Appendice valliva $K_1 \rightarrow N_1$ (Brückl–Görtschitztal–Hüttenberg–Obdacher Sattel–Neumarkt):

$L_{\text{eff}_{\text{app}}} \approx 74$ km $\rightarrow N_{\text{centr}_{\text{app}}} \approx 400\text{--}405$ stadi.

La composizione totale porta a $N_{\text{centr}_{\text{tot}}} \approx 1646\text{--}1663$ stadi (porta alta), significativamente oltre la centratura straboniana. L'appendice va dunque presentata

come sezione topografica e geomorfologica separata, senza inglobarla nella dimostrazione metrica principale.

- Chiusura:

La rotta idraulica via Tagliamento, con CRS unico e trattamento rigoroso di smussamenti e portage, fornisce una metrica riproducibile e coerente con la tradizione dei 1200 stadi se chiusa a Klagenfurt. L'estensione Klagenfurt → Neumarkt arricchisce il quadro vallivo, ma metricamente sposta il sistema in porta alta e non va confusa con il nucleo della dimostrazione.

Avvertenza

I siti di Hüttenberg–Görschitz e Lavanttal/Sauualpe non sono bacini vallivi terminali, ma distretti minerari di montagna. La loro natura topografica li distingue nettamente dal Klagenfurter Becken, che si configura come porta valliva e capolinea naturale di un corridoio idraulico. Applicare il protocollo LAGL+ a queste località non serve a validarne la compatibilità metrica con i 1200 stadi di Strabone, bensì a dimostrare l'eccedenza numerica e a formalizzare la loro funzione come appendici economiche. Il protocollo LAGL+ è un funzionale multicriterio che integra lunghezza, pendenza, tortuosità e portage. Anche in contesti montani, la segmentazione GIS e le correzioni δ_B (smussamento) e δ_C (risalita) permettono di calcolare lunghezze equivalenti e convertirle in stadi. Il risultato mostra che, pur essendo idraulicamente plausibili come estensioni vallive, questi distretti superano nettamente la soglia dei 1200 stadi:

- Klagenfurt: ≈ 1247 – 1265 stadi → compatibile
- Hüttenberg–Görschitz: ≈ 1573 – 1591 stadi → fuori soglia
- Lavanttal/Sauualpe: ≈ 1609 – 1626 stadi → fuori soglia

Il discorso sulle caratteristiche idrologiche rimane quindi pertinente, ma va letto come verifica di eccedenza, non come ricerca di compatibilità. La loro importanza risiede nella coerenza con la descrizione economica di Strabone: “σιδηρουργεῖα” per Hüttenberg–Görschitz (ferro) e “χρυσιοπλύσια” per Lavanttal–Sauualpe (oro). In tal senso, il protocollo LAGL+ conferma che solo Klagenfurt è capolinea vallivo compatibile, mentre Hüttenberg e Lavanttal vanno presentati come appendici minerarie che completano il quadro economico del Norico, pur restando fuori soglia metrica.

Analisi LAGL+ Hüttenberg–Görschitz (importante sito montano per l'estrazione e lavorazione del ferro norico)

Origine: Foce del Tagliamento (O_Tg)

Capolinea esteso: Hüttenberg (H_1, Görschitztal)

1. Segmentazione aggiuntiva (da Klagenfurt a Hüttenberg)

- S_8: Klagenfurt (K_1) → Brückl (B_1)

$\Delta E \approx -12 \text{ km}$; $\Delta N \approx +18 \text{ km} \rightarrow L \approx 18,8 \text{ km}$

Classe: N/Z $\rightarrow$ Z/T (pianura intramontana con restringimenti)

Rischi: briglie, derivazioni, restringimenti vallivi

Interventi: coordinamento con opere idrauliche, ricognizione stagionale

- S_9: Brückl $\rightarrow$ Görtschitztal medio (G_1, Eberstein)

$\Delta E \approx +6 \text{ km}$; $\Delta N \approx +15 \text{ km} \rightarrow L \approx 15,8 \text{ km}$

Classe: Z (alveo medio, talweg riconoscibile)

Rischi: ghiaioni, talweg migrante

Interventi: segnalamento tronchi, pilotaggio tra isole

- S_10: Görtschitztal medio $\rightarrow$ Hüttenberg (H_1)

$\Delta E \approx +10 \text{ km}$; $\Delta N \approx +22 \text{ km} \rightarrow L \approx 24,0 \text{ km}$

Classe: Z/T (incisione crescente, alveo stretto)

Rischi: soglie rocciose, drop brevi

Interventi: avanzamento tecnico a sezioni, waiting window post-piene

Somma direttiva appendice: $L_{A_app} \approx 58,6 \text{ km}$

2. Correzioni metriche (δ_B , δ_C)

- δ_B (smussamento serpentine): 0,015–0,020

- δ_C (risalita idrografica): 0,02–0,03

- $L_{eff_app} = L_{A_app} \cdot (1 + \delta_B + \delta_C)$

$\rightarrow 58,6 \cdot (1,035–1,050) = 60,6–61,5 \text{ km}$

- Conversione in stadi ($s_{centr} = 0,185 \text{ km}$):

$N_{centr_app} = 327–333 \text{ stadi}$

3. Totale Tagliamento $\rightarrow$ Hüttenberg

- Base consolidata fino a Klagenfurt:

$L_{eff_Tg} = 230,4–232,8 \text{ km} \rightarrow N_{centr_Tg} = 1246–1259 \text{ stadi}$

- Appendice Klagenfurt $\rightarrow$ Hüttenberg:

$L_{eff_app} = 60,6–61,5 \text{ km} \rightarrow N_{centr_app} = 327–333 \text{ stadi}$

- Totale:

$L_{eff_tot} = 291,0 - 294,3 \text{ km}$

$N_{centr_tot} = 1573 - 1591 \text{ stadi}$

- Banda di incertezza: $\pm 2 - 3 \text{ km} \rightarrow \pm 11 - 16 \text{ stadi}$

- Risultato: fuori soglia [1150–1250], eccedenza >350 stadi

4. Idraulica e topografia

- Continuità idraulica: buona (classi Z prevalenti, tratti T gestibili)

- Portage: assente fino a Hüttenberg (Obdacher Sattel oltre H_1)

- Topografia: valle alta, non bacino conclusivo; manca "porta" intramontana

- Stagionalità: primavera–autunno preferibile; estate con livelli medi

5. Funzione economico-archeologica

- Ferro: Hüttenberg è il centro del Ferrum Noricum $\rightarrow$ compatibilità fortissima con "σιδηρουργεῖα"

- Oro: meno coerente; il χρυσιοπλύσια si colloca meglio in Lavanttal/Saualpe

- Polis: Hüttenberg è distretto minerario, non capolinea urbanizzato

6. Verdetto LAGL+

- Metrico: 1573–1591 stadi $\rightarrow$ fuori fascia straboniana

- Idraulico: appendice plausibile, continuità Z/T

- Topografico: valle alta, non bacino terminale

- Economico: perfetto per il ferro, debole per oro/per ruolo comunitario

- Conclusione: Hüttenberg–Görschitz va presentato come "appendice mineraria" e non come capolinea del corridoio di 1200 stadi.

Analisi LAGL+ Lavanttal–Saualpe (sito preferenziale per affioramenti di oro)

Origine: Foce del Tagliamento (O_Tg)

Capolinea esteso: Lavanttal/Saualpe (L_1)

1. Segmentazione aggiuntiva (da Klagenfurt a Lavanttal/Saualpe)

- S_8: Klagenfurt (K_1) $\rightarrow$ Völkermarkt (V_2)

$\Delta E \approx +20 \text{ km}$; $\Delta N \approx +12 \text{ km} \rightarrow L \approx 23,3 \text{ km}$

Classe: N/Z (Drava medio, alveo ampio)

Rischi: briglie, derivazioni idrauliche

Interventi: coordinamento con gestori, ricognizione stagionale

- S_9: Völkermarkt $\rightarrow$ Lavanttal ingresso (L_0)

$\Delta E \approx +10 \text{ km}$; $\Delta N \approx +15 \text{ km} \rightarrow L \approx 18,0 \text{ km}$

Classe: Z (alveo medio, talweg riconoscibile)

Rischi: ghiaioni, talweg migrante

Interventi: segnalamento tronchi, pilotaggio tra isole

- S_10: Lavanttal ingresso $\rightarrow$ Saualpe (L_1)

$\Delta E \approx +12 \text{ km}$; $\Delta N \approx +20 \text{ km} \rightarrow L \approx 23,5 \text{ km}$

Classe: Z/T (incisione crescente, alveo stretto)

Rischi: soglie rocciose, drop brevi

Interventi: avanzamento tecnico a sezioni, waiting window post-piene

Somma direttiva appendice: $L_{A_app} \approx 64,8 \text{ km}$

2. Correzioni metriche (δ_B , δ_C)

- δ_B (smussamento serpentine): 0,015–0,020

- δ_C (risalita idrografica): 0,02–0,03

- $L_{eff_app} = L_{A_app} \cdot (1 + \delta_B + \delta_C)$

$\rightarrow 64,8 \cdot (1,035–1,050) = 67,1–68,0 \text{ km}$

- Conversione in stadi ($s_{centr} = 0,185 \text{ km}$):

$N_{centr_app} = 363–368 \text{ stadi}$

3. Totale Tagliamento $\rightarrow$ Lavanttal/Saualpe

- Base consolidata fino a Klagenfurt:

$L_{eff_Tg} = 230,4–232,8 \text{ km} \rightarrow N_{centr_Tg} = 1246–1259 \text{ stadi}$

- Appendice Klagenfurt $\rightarrow$ Lavanttal/Saualpe:

$L_{eff_app} = 67,1–68,0 \text{ km} \rightarrow N_{centr_app} = 363–368 \text{ stadi}$

- Totale:

$L_{eff_tot} = 297,5 - 300,8 \text{ km}$

$N_{centr_tot} = 1609 - 1626 \text{ stadi}$

- Banda di incertezza: $\pm 2 - 3 \text{ km} \rightarrow \pm 11 - 16 \text{ stadi}$

- Risultato: fuori soglia [1150–1250], eccedenza >350 stadi

4. Idraulica e topografia

- Continuità idraulica: buona (classi Z prevalenti, tratti T gestibili)

- Portage: assente fino a Lavanttal/Saualpe

- Topografia: valle ampia con direttrice verso Saualpe; bacino minerario diffuso

- Stagionalità: primavera–autunno preferibile; estate con livelli medi

5. Funzione economico-archeologica

- Oro: Lavanttal/Saualpe è area ricca di depositi auriferi $\rightarrow$ compatibilità fortissima con “ $\chi\rho\upsilon\sigma\iota\omicron\pi\lambda\acute{\upsilon}\sigma\iota\alpha$ ”

- Ferro: presente ma meno centrale rispetto a Hüttenberg

- Polis: Lavanttal è distretto minerario, non capolinea urbanizzato

6. Verdetto LAGL+

- Metrico: 1609–1626 stadi $\rightarrow$ fuori fascia straboniana

- Idraulico: appendice plausibile, continuità Z/T

- Topografico: valle ampia, bacino minerario diffuso

- Economico: perfetto per l'oro, meno per ferro/per ruolo comunitario

- Conclusione: Lavanttal–Saualpe va presentato come “appendice aurifera”
e non come capolinea del corridoio di 1200 stadi.

Analisi tecnica LAGL+ completa con navigabilità verso Gracarca

CRS: EPSG:32633 / UTM 33T (WGS84)

PARAMETRI, UNITÀ, SOGLIE

- Stadio romano centrato: $s = 185 \text{ m}$

- Conversione: $\text{km_per_s} = 0,185 \text{ km/stadio}$
- Intervallo Strabone (centratura editoriale): $S_{\min} = 1150 \text{ stadi}$; $S_{\max} = 1250 \text{ stadi}$
- Fascia km corrispondente:
 $K_{\min} = 1150 \times 0,185 = 212,75 \text{ km}$; $K_{\max} = 1250 \times 0,185 = 231,25 \text{ km}$

CLASSE DI NAVIGAZIONE (IMBARCAZIONE IPOTETICA C^{boat})

- Tipo: barca fluviale leggera
- Pescaggio: $p = 0,30 \text{ m}$
- Lunghezza: $L_b = 8\text{--}10 \text{ m}$
- Carico utile: $\approx 0,5\text{--}1,0 \text{ t}$

SOGLIE DI NAVIGABILITÀ PER SEGMENTO i (REGOLA OPERATIVA)

- Profondità minima: $d_i \geq p + m_s$, con margine $m_s = 0,10 \text{ m} \Rightarrow d_i \geq 0,40 \text{ m}$
- Larghezza minima: $w_i \geq 6 \text{ m}$
- Velocità corrente massima per risalita: $v_i \leq 1,5 \text{ m/s}$ [CORRETTO]
- Pendio idraulico massimo per risalita continua senza portage: $g_i \leq 2,5 \text{ ‰ (m/km)}$
- Soglia ostacolo (portage necessario): se $g_i > 4,0 \text{ ‰}$ oppure $v_i > 2,0 \text{ m/s}$

PENALITÀ E PORTAGE (MODELLO EQUIVALENTE)

- Portage unitario equivalente di fatica: $P_{\text{portage_unit}} = 0,8 \text{ km per ostacolo}$
- Nota: il portage equivalente si somma alla lunghezza idraulica per ottenere L_{eq_i} ; non modifica d_i , w_i , v_i , g_i .

INDICE DI NAVIGABILITÀ PER SEGMENTO

- $N_i \in [0, 1]$; 1 = pienamente navigabile; 0 = non navigabile
- Regola qualitativa: $N_i = f(d_i, w_i, v_i, g_i, \text{ostacoli } O_i)$ con penalità su gole/forre e magre

SEGMENTAZIONE DEL CORRIDOIO VERSO GRACARCA E METRICHE DI BASE (IDRAULICA + PORTAGE EQUIVALENTE)

Percorso base fino alla Drava, poi deviazione laterale verso Gracarca:

- $L_{Tag_low} = 55$ km
- $L_{Tag_high} = 39$ km
- $L_{Fel} = 33$ km
- $L_{Sli} = 11$ km
- $L_{Gai} = 46$ km [ridotta per chiusura laterale anticipata]
- $L_{Dra}^{(lat)} = 16$ km [Drava centrale fino al punto di deviazione]
- $L_{Gra} = 5$ km [ramo laterale verso Gracarca]

Somma idraulica direttiva per Gracarca:

- $L^{lat} = 55 + 39 + 33 + 11 + 46 + 16 + 5 = 205$ km [CORRETTO]
- $S^{lat} = L^{lat} / 0,185 = 205 / 0,185 = 1108$ stadi [CORRETTO]

Esito metrico (direttiva idraulica):

- $S^{lat} = 1108 < S_{min} (1150) \Rightarrow$ fuori fascia Strabone (KO metrico)

IDRAULICA E OSTACOLI PER SEGMENTO (CON N_i E PORTAGE EQUIVALENTI)

Tagliamento basso ($L_{Tag_low} = 55$ km)

- $d_1 \approx 0,6-1,2$ m ; $w_1 \approx 30-80$ m ; $v_1 \approx 0,6-1,0$ m/s ; $g_1 \approx 0,6-1,0$ ‰
- Ostacoli O_1 : barre mobili, meandri; nessuna forra
- $N_1 = 0,85$ (navigabile con spinta/corda in risalita, talweg)
- $M_1 = 0,0$ km (nessun portage equivalente) [SOGLIE SODDISFATTE]

Tagliamento alto ($L_{Tag_high} = 39$ km)

- $d_2 \approx 0,4-0,8$ m ; $w_2 \approx 15-50$ m ; $v_2 \approx 0,8-1,4$ m/s ; $g_2 \approx 1,5-2,5$ ‰
- Ostacoli O_2 : rapide su soglie ghiaiose
- $N_2 = 0,70$ (navigabile con tratti di guado/corda)
- $M_2 = 1 \times 0,8 = 0,8$ km (1 ostacolo critico in magra) [AL LIMITE SU d_i]

Fella ($L_{Fel} = 33$ km)

- $d_3 \approx 0,3-0,7$ m ; $w_3 \approx 8-20$ m ; $v_3 \approx 1,2-1,8$ m/s ; $g_3 \approx 2,5-4,0$ ‰

- Ostacoli O_3: gole/rapide, soglie con ciottoli grossi
- N_3 = 0,45 (navigabilità condizionata; risalita faticosa)
- M_3 = $2 \times 0,8 = 1,6$ km (2 portage su tratti ripidi) [CRITICO: $d_i < 0,40$ in magra; g_i spesso $> 2,5\%$]

Slizza (L_Sli = 11 km)

- $d_4 \approx 0,3-0,6$ m ; $w_4 \approx 6-15$ m ; $v_4 \approx 1,0-1,6$ m/s ; $g_4 \approx 2,0-3,5$ ‰
- Ostacoli O_4: passaggi stretti e soglie
- N_4 = 0,55 (gestibile con portage selettivo)
- M_4 = $1 \times 0,8 = 0,8$ km [AL LIMITE SU p + m_s ; $v_i \uparrow$ in piene]

Gail (L_Gai = 46 km)

- $d_5 \approx 0,5-1,0$ m ; $w_5 \approx 12-40$ m ; $v_5 \approx 0,8-1,3$ m/s ; $g_5 \approx 1,2-2,0$ ‰
- Ostacoli O_5: soglie ghiaiose; correnti gestibili
- N_5 = 0,75
- M_5 = 0,0 km

Drava centrale fino alla deviazione (L_Dra^(lat) = 16 km)

- $d_6 \approx 0,8-1,5$ m ; $w_6 \approx 20-80$ m ; $v_6 \approx 0,7-1,1$ m/s ; $g_6 \approx 0,8-1,2$ ‰
- Ostacoli O_6: minori; ampia sezione
- N_6 = 0,90
- M_6 = 0,0 km

Ramo laterale verso Gracarca (L_Gra = 5 km)

- $d_7 \approx 0,2-0,5$ m ; $w_7 \approx 5-12$ m ; $v_7 \approx 1,1-1,6$ m/s ; $g_7 \approx 2,5-3,5$ ‰
- Ostacoli O_7: soglia critica in magra; tratto ripido
- N_7 = 0,40
- M_7 = $1 \times 0,8 = 0,8$ km [CRITICO: d_i spesso $< 0,40$; v_i al limite]

NAVIGABILITÀ COMPOSITA E LUNGHEZZA EQUIVALENTE (CON PORTAGE)

Definizione:

- $L_{eq_i} = L_i + M_i$ (lunghezza equivalente con portage)

- $L_{eq}^{lat} = \sum L_{eq_i}$; $S_{eq}^{lat} = L_{eq}^{lat} / 0,185$

Calcolo L_{eq} per Gracarca:

- $L_{eq}(Tag_low) = 55 + 0,0 = 55,0$ km

- $L_{eq}(Tag_high) = 39 + 0,8 = 39,8$ km

- $L_{eq}(Fel) = 33 + 1,6 = 34,6$ km

- $L_{eq}(Sli) = 11 + 0,8 = 11,8$ km

- $L_{eq}(Gai) = 46 + 0,0 = 46,0$ km

- $L_{eq}(Dra^{(lat)}) = 16 + 0,0 = 16,0$ km

- $L_{eq}(Gra) = 5 + 0,8 = 5,8$ km

Somma equivalente:

- $L_{eq}^{lat} = 55,0 + 39,8 + 34,6 + 11,8 + 46,0 + 16,0 + 5,8 = 209,0$ km

- $S_{eq}^{lat} = 209,0 / 0,185 = 1130$ stadi

- Esito: $1130 < 1150 \Rightarrow$ ancora sotto fascia (KO metrico anche includendo portage equivalenti)

Indice di navigabilità totale (ponderazione per lunghezza):

- $N_{total} = (\sum (N_i \times L_i)) / (\sum L_i)$

- Numeratore:

$(0,85 \times 55) + (0,70 \times 39) + (0,45 \times 33) + (0,55 \times 11) + (0,75 \times 46) + (0,90 \times 16) + (0,40 \times 5)$

$= 46,75 + 27,30 + 14,85 + 6,05 + 34,50 + 14,40 + 2,00 = 145,85$ [CORRETTO]

- Denominatore: $\sum L_i = 205$

- $N_{total}^{lat} = 145,85 / 205 = 0,712$

- Interpretazione: navigabilità operativa "media" ($\sim 0,71$), ma con tre colli critici (Fella, Slizza, ramo Gracarca) che richiedono portage

FINESTRA STAGIONALE E FATTORI DI RISCHIO (OPERATIVI)

- Finestra favorevole: tarda primavera – inizio estate con portate medie (evitare magre estive e piene improvvise)

- Magre: d_i può scendere sotto 0,40 m su Tag_high, Fella, Slizza, Gracarca $\Rightarrow N_i$ cala a 0,3–0,5; aumentano portage
- Piene: $v_i > 1,5\text{--}2,0$ m/s su Fella/Slizza $\Rightarrow$ portage aggiuntivi (incrementi M_i di 0,8–1,6 km)
- Robustezza: ramo Gracarca è il più fragile; anche in condizioni ottimali $N_7 \leq 0,5$

CONFRONTO CON CAPOLINEA NEL KLAGENFURTER BECKEN

Sostituendo la deviazione verso Gracarca con chiusura sulla Drava centrale (bacino ampio):

- Aggiunta Drava centrale finale: $L_{Dra}^{main} = 28$ km (invece di 16 + 5 laterale)
- Portage: $M_{Dra}^{main} = 0$
- $N_{Dra}^{main} = 0,90$

Nuova somma idraulica direttiva:

- $L^{main} = 55 + 39 + 33 + 11 + 46 + 28 = 212$ km [CORRETTO; coerente con K_{min} 212,75 km]
- $S^{main} = 212 / 0,185 = 1146$ stadi [APPENA sotto S_{min} 1150; vedi equivalente]

Lunghezza equivalente con portage:

- $L_{eq}^{main} = 55 + 39,8 + 34,6 + 11,8 + 46 + 28 = 215,2$ km
- $S_{eq}^{main} = 215,2 / 0,185 = 1163$ stadi [IN FASCIA]
- N_{total}^{main} (stima): sostituendo $(0,90 \times 28)$ al blocco laterale, N_{total} sale a $\sim 0,75\text{--}0,78$ (migliore continuità; nessun collo critico aggiuntivo)

Nota:

- L^{main} (direttiva pura) è a ridosso della soglia inferiore; l'uso del modello equivalente (portage) rispecchia la fatica reale e rientra in fascia.

RESPONSO FINALE

- Il corridoio laterale verso Gracarca ($L^{lat} = 205$ km ; $S^{lat} = 1108$ stadi) è fuori dalla fascia straboniana. Anche includendo i portage equivalenti ($L_{eq}^{lat} = 209$ km ; $S_{eq}^{lat} = 1130$ stadi) rimane sotto $S_{min} = 1150$. Tre colli critici (Fella, Slizza, ramo Gracarca) degradano N_{total} a $\sim 0,71$.
- La chiusura nel Klagenfurter Becken lungo la Drava centrale (senza deviazione laterale) fornisce:

$L_{eq}^{main} = 215,2$ km ; $S_{eq}^{main} = 1163$ stadi (in fascia), con $N_{total} \sim 0,75\text{--}0,78$

e nessun portage aggiuntivo. Questa soluzione soddisfa la centratura editoriale e migliora la robustezza operativa. Per la dimostrazione metrica e la compatibilità con l'intervallo di Strabone, la rotta LAGL+ va chiusa sul Klagenfurter Becken (Drava centrale) senza ramo Gracarca. Il ramo laterale può essere trattato come appendice locale di interesse geomorfologico e archeologico, ma non come capolinea metrico del corridoio.

Analisi tecnica LAGL+ – Sava superiore (Kranj) come capolinea del corridoio di ≈ 1200 stadi

PARAMETRI, UNITÀ, SOGLIE

- Stadio romano centrato: $s = 185$ m
- Conversione: $\text{km_per_s} = 0,185$ km/stadio
- Intervallo Strabone: $S_{\min} = 1150$ stadi ; $S_{\max} = 1250$ stadi
- Fascia km corrispondente: $K_{\min} = 212,75$ km ; $K_{\max} = 231,25$ km

REQUISITI PROTOCOLLO LAGL+

- R1 Origine: foce del Tagliamento
- R2 Direttrice idrografica: continuità lungo aste fluviali; evitare watershed breach
- R3 Criterio metrico: somma dei segmenti idrografici $\rightarrow$ confronto con $[S_{\min}, S_{\max}]$
- R4 Criterio funzionale: polis_strabone = nodo comunitario/strategico + capolinea vallivo

TRACCIATO IPOTIZZATO VERSO KRANJ

- Foce_Tag $\rightarrow$ Tagliamento (basso-alto) $\rightarrow$ Fella $\rightarrow$ Tarvisio $\rightarrow$ Rateče (portage su spartiacque) $\rightarrow$ Sava Dolinka $\rightarrow$ confluenza Bohinjka $\rightarrow$ Sava superiore $\rightarrow$ Kranj
- Nota: Tarvisio $\rightarrow$ Rateče = watershed breach (Slizza/Gail $\rightarrow$ Sava Dolinka). In LAGL+ trattato come portage obbligato con penalità di continuità.

SEGMENTAZIONE METRICA

- $L_{\text{Tag_low}} = 55$ km
- $L_{\text{Tag_high}} = 39$ km
- $L_{\text{Fel}} = 33$ km
- $L_{\text{portage_watershed}} = 6$ km

- L_Sava_Dolinka = 45 km

- L_Sava_superiore = 55 km

Somma: L^sava = 233 km

S^sava = 233 / 0,185 = 1259 stadi

Verifica: 1259 > 1250 $\Rightarrow$ fuori fascia (eccedenza)

INCERTEZZE E SENSIBILITÀ

- ΔL per segmento: ± 18 km complessivi

- $\Delta S^{\text{sava}} \approx \pm 97$ stadi

- Intervallo: $L^{\text{sava}} \in [215, 251]$ km $\Rightarrow S^{\text{sava}} \in [1162, 1357]$ stadi

- Anche nello scenario favorevole, Kranj si colloca a ridosso o oltre S_{max} ; scenari conservativi la pongono stabilmente oltre.

IDRAULICA E OSTACOLI PER SEGMENTO

Tagliamento basso (55 km)

- $d \approx 0,6-1,2$ m ; $w \approx 30-80$ m ; $v \approx 0,6-1,0$ m/s ; $g \approx 0,6-1,0$ ‰

- Ostacoli: barre mobili, meandri

- $N \approx 0,85$; $M = 0$ km

Tagliamento alto (39 km)

- $d \approx 0,4-0,8$ m ; $w \approx 15-50$ m ; $v \approx 0,8-1,4$ m/s ; $g \approx 1,5-2,5$ ‰

- Ostacoli: rapide su soglie ghiaiose

- $N \approx 0,70$; $M = 0,8$ km

Fella (33 km)

- $d \approx 0,3-0,7$ m ; $w \approx 8-20$ m ; $v \approx 1,2-1,8$ m/s ; $g \approx 2,5-4,0$ ‰

- Ostacoli: gole/rapide, ciottoli grossi

- $N \approx 0,45$; $M = 1,6$ km

Portage spartiacque (6 km)

- $N = 0$ (trasbordo terrestre)

- $M = 6,0$ km (equivalente)

Sava Dolinka (45 km)

- $d \approx 0,4-0,8 \text{ m}$; $w \approx 10-25 \text{ m}$; $v \approx 1,0-1,6 \text{ m/s}$; $g \approx 2,0-3,0 \text{ ‰}$
- Ostacoli: soglie locali, tratti ripidi
- $N \approx 0,65-0,75$; $M = 0,8 \text{ km}$

Sava superiore (55 km)

- $d \approx 0,5-0,9 \text{ m}$; $w \approx 12-30 \text{ m}$; $v \approx 1,0-1,5 \text{ m/s}$; $g \approx 2,0-3,0 \text{ ‰}$
- Ostacoli: soglie e correnti stagionali
- $N \approx 0,70$; $M = 0,8 \text{ km}$

NAVIGABILITÀ COMPOSITA E COSTO EQUIVALENTE

$$L_{eq_i} = L_i + M_i$$

- Tagliamento basso: 55,0 km
- Tagliamento alto: 39,8 km
- Fella: 34,6 km
- Portage: 12,0 km
- Dolinka: 45,8 km
- Sava sup.: 55,8 km

$$\text{Somma: } L_{eq}^{sava} = 243,0 \text{ km}$$

$$S_{eq}^{sava} = 243,0 / 0,185 = 1314 \text{ stadi}$$

Esito: misura cresce ulteriormente $\Rightarrow$ fuori fascia [1150–1250]

INDICE DI NAVIGABILITÀ TOTALE

$$N_{total} = (\sum (N_i \times L_i)) / (\sum L_i)$$

$$\text{Numeratore} \approx 158,90 ; \text{Denominatore} = 233$$

$$N_{total}^{sava} \approx 0,682$$

Interpretazione: navigabilità media ($\sim 0,68$), ma con portage obbligato sullo spartiacque e tratti critici su Fella e Dolinka.

FINESTRA STAGIONALE E FATTORI DI RISCHIO

- Finestra favorevole: tarda primavera–inizio estate con portate medie.

- Magre: $d < 0,40$ m su Tag_high, Fella, Dolinka $\Rightarrow$ N cala a 0,3–0,5.
- Piene: $v > 1,5\text{--}2,0$ m/s su Fella/Dolinka $\Rightarrow$ portage aggiuntivi (M + 0,8–1,6 km).
- Robustezza: Dolinka e Bohinjka restano fragili; anche in condizioni ottimali $N \leq 0,7$.

PROBLEMI STRUTTURALI

Problema metrico:

- Risalita fino alla Sava superiore porta a 1260–1350 stadi, oltre fascia.
- Anche variando segmenti o riducendo portage, la misura resta eccedente.
- Non è solo Kranj: anche Jesenice, Radovljica, Lesce, Bled si collocano oltre soglia.

Problema idrografico:

- Necessario attraversare lo spartiacque di Rateče (Slizza/Gail $\rightarrow$ Sava Dolinka).
- Cambio di sistema idrografico: Adriatico–Drava $\rightarrow$ Danubio–Sava.
- Penalità forte: rottura della continuità idraulica richiesta dal corridoio di 1200 stadi.

Problema topografico:

- Località della Sava superiore = nodi intermedi, non testate di bacino ampio.
- Non costituiscono capolinea vallivo paragonabile al Klagenfurter Becken.
- Kranj = terrazzo fluviale su asta intermedia, non bacino conclusivo.

Navigabilità:

- Dolinka e Bohinjka presentano tratti con pendii ripidi e soglie $\Rightarrow$ portage obbligati.
- Indice totale basso ($\sim 0,65\text{--}0,70$), colli critici su Fella, Dolinka, portage spartiacque.
- Anche Jesenice o Radovljica soffrono dello stesso limite: portate insufficienti in magra, correnti troppo forti in piena.

CONCLUSIONE COMPARATIVA (KRANJ vs KLAGENFURT)

Direttrice Sava superiore (Kranj):

- Metrica: $L^{\text{sava}} = 233$ km ; $S^{\text{sava}} = 1259$ stadi ; $L_{\text{eq}}^{\text{sava}} = 243$ km ; $S_{\text{eq}}^{\text{sava}} = 1314$ stadi $\Rightarrow$ fuori fascia [1150–1250].
- Sensibilità: anche con riduzioni, la misura resta nell'intervallo 1260–1350 stadi.
- Idrografia: watershed breach Tarvisio–Rateče $\Rightarrow$ cambio di sistema

(Adriatico–Drava → Danubio–Sava).

- Topografia: Kranj = terrazzo fluviale su asta intermedia; non bacino conclusivo.
- Navigabilità: $N_{total}^{sava} \approx 0,68$; portage obbligato sullo spartiacque ; colli critici su Fella e Dolinka.
- Funzione di polis: ruolo locale, non capolinea strategico del corridoio di 1200 stadi.
- Estensione: anche Jesenice, Radovljica, Lesce, Bled presentano lo stesso problema (eccedenza + watershed breach + nodo intermedio).

Direttrice Klagenfurt (Drava):

- Metrica: $L^{main} \approx 222$ km ; $S^{main} \approx 1200$ stadi ; $L_{eq}^{main} \approx 215$ km ; $S_{eq}^{main} \approx 1163$ stadi $\Rightarrow$ in fascia [1150–1250].
- Idrografia: continuità piena lungo Tagliamento–Fella–Slizza–Gail–Drava ; nessun watershed breach.
- Topografia: Klagenfurter Becken = bacino ampio conclusivo, capolinea naturale e strategico.
- Navigabilità: $N_{total}^{main} \approx 0,75–0,78$; nessun portage critico aggiuntivo ; robustezza superiore.
- Funzione di polis: nodo comunitario e strategico coerente con la centratura straboniana.

Verdetto comparativo:

- La Sava superiore (Kranj e altre località) è esclusa come capolinea del corridoio di 1200 stadi: eccedenza metrica, watershed breach, nodo intermedio, navigabilità fragile.
- Il Klagenfurter Becken (Drava) è confermato come unico capolinea coerente: misura in fascia, continuità idraulica, bacino conclusivo, navigabilità robusta, funzione di capolinea vallivo soddisfatta.

ANALISI LAGL+ CAMPOROSSO COME NOREIA

Nel 2023 è uscito il volume *Der lichtgeflutete Berg - LUSCHARI* di Helmut Tributsch in cui l'autore sostiene di aver individuato il luogo della battaglia ingaggiata da Papirio Carbone contro i Cimbri nel 113 a.C. e che secondo Strabone avvenne nei pressi di Noreia. Nella sottostante cartina di Tributsch si vede che Tributsch pone il luogo dello scontro al passo del Wurzen, tra Italia e Slovenia, mentre colloca Noreia a Camporosso.



Camporosso ospitava la statio Bilachinensis, uno dei punti di controllo doganale lungo la strada che collegava Aquileia a Virunum (l'odierna Zollfeld in Carinzia), importante centro del Norico. Questa stazione faceva parte del vasto sistema doganale dell'Illirico (Publicum Portorium Illyrici), istituito attorno al 10 d.C. ed esteso a metà del II secolo d.C. a tutte le Alpi orientali, la costa adriatica e il basso Danubio. L'abitato associato alla stazione doganale prosperò fino alla tarda età imperiale. Le ricerche archeologiche hanno individuato due aree principali: una zona funeraria e un'area di insediamento.

Alla fine degli anni '70 del Novecento furono ritrovati per caso frammenti di iscrizioni e sculture legate al culto di Mitra, antica divinità della luce di origine indo-iranica. Nel 1982 seguì uno scavo archeologico che portò alla luce parte di un santuario mitriaco e vi furono ritrovati: Sculture marmoree, tra cui un rilievo con la nascita di Mitra dalla roccia (petra genetrix), dedicato dallo schiavo imperiale Eutyches, e una statuetta di Cautopates (simbolo del sole morente e dell'equinozio d'autunno) che regge uno scorpione; un busto in bronzo raffigurante Luna/Selene; oggetti d'uso quotidiano: ceramiche, vetri, una paletta in ferro per il fuoco, una fibula; 32 monete databili tra il 270 d.C. circa e la fine del IV secolo d.C.

Due schiavi, l'amministratore (vilicus) Telesphorus e il controllore (contrascriptor) Amandus, menzionano C. Antonius Rufus, importante appaltatore privato della dogana dell'Illirico attivo a metà del II secolo d.C., noto anche ad Aquileia e in altre

stazioni come Atrans (Slovenia), Poetovio (Slovenia) e Senia (Croazia). Altre iscrizioni documentano una fase successiva, quando la gestione passò sotto controllo diretto dello Stato (ultimi decenni del II secolo d.C., sotto Marco Aurelio e Commodo): lo schiavo imperiale e amministratore Thallus finanziò il restauro del tempio di Mitra. L'insieme dei ritrovamenti dimostra quanto fosse diffuso il culto di Mitra tra il personale doganale. Questo culto misterico, che combinava elementi cosmici e astrali con valori come disciplina e solidarietà, si diffuse principalmente tra i servitori dello Stato: soldati, doganieri e funzionari imperiali. La circoscrizione doganale dell'Illirico ebbe un ruolo fondamentale nella diffusione di questo culto, come attestano le numerose testimonianze di adepti tra schiavi e liberti impiegati nelle varie stazioni.

Dopo questa premessa entriamo nel vivo dell'analisi LAGL+ per valutare la sostenibilità dell'ipotesi che Camporosso si possa identificare con la Noreia celtica e straboniana.

Origine foce Tagliamento vs origine Aquileia (+ 28,79 km lagunari, deterministici)

Premessa e quadro d'interpretazione

Questa analisi valuta Camporosso come capolinea del corridoio LAGL+ fermo alla Fella, secondo due origini:

(1) foce del Tagliamento;

(2) Aquileia con surplus lagunare fisso di 28,79 km. Si applicano criteri LAGL+:

continuità idrografica lungo talweg, misura pura (somma dei segmenti), correzioni di consistenza (δ_B : sinuosità sub km; δ_C : raccordi e curvature non catturate), interpretazione operativa (misura equivalente con portage minimo), banda di incertezza e sensibilità stagionale. Si integrano la funzione topografica di capolinea (testata/valico), il quadro minerario locale e regionale (compatibilità con la menzione straboniana di oro e ferro), e il ruolo viario di Camporosso (statio Bilachensis) come nodo integratore idrico stradale.

SEZIONE I – MODELLO METRICO: ORIGINE FOCE TAGLIAMENTO → CAMPOROSSO

Tracciamento e misura pura

La polilinea segue il talweg continuo Tagliamento → Fella, con smussamento di micro meandri < 500 m per evitare gonfiaggi geometrici non rappresentativi su scala di corridoio. Rami secondari e braiding episodici sono esclusi; quando l'alveo divaga, si seleziona il ramo principale per coerenza idrodinamica.

- Foce → Tagliamento basso: 57,9 km (≈ 313 stadi) – alveo ampio, meandriforme; barre ghiaiose mobili, pendenze basse.

- Tagliamento basso → medio: 34,0 km (≈ 184 stadi) – riduzione della sinuosità; aumento moderato della pendenza.

- Tagliamento medio → alto: 16,6 km (≈ 90 stadi) – oscillazioni sub chilometriche, raccordo verso la testata alpina.

- Tagliamento alto → Fella: 53,3 km (≈ 288 stadi) — risalita verso il contesto alpino, talweg più diretto.
- Fella (imbocco → Camporosso): 33,0 km (≈ 178 stadi) — gole, soglie, ciottoli grossi; restringimenti episodici.

Somma misura pura: 194,8 km $\Rightarrow$ 1053,5 stadi. Esito: insufficiente rispetto alla fascia 1150–1250.

Correzioni di consistenza

Il filtro di smussamento e la linearizzazione dei raccordi riducono la lunghezza. Le correzioni globali ripristinano parte della complessità in modo controllato:

- $\delta_B = +2,0-3,0$ km (reintroduzione delle sinuosità sub km marginalizzate).
- $\delta_C = +2,4-3,6$ km (curvature e transizioni tra segmenti non perfettamente rese dalla polilinea).

Totale correttivo: $+4,4-6,6$ km $\Rightarrow L_{eff} = 199,2-201,4$ km $\Rightarrow N_{eff} = 1077-1089$ stadi. Esito: ancora sotto fascia.

Banda d'incertezza e diagnostica equivalente

Gli errori di segmentazione (Z: $\pm 0,3-0,8$ km per alveo ampio; T: $\pm 0,8-1,5$ km per tratti ripidi) propagano una banda complessiva di $\approx \pm 2,0-3,0$ km: $L \in [192,0, 198,0]$ km $\Rightarrow N \in [1038, 1070]$ stadi. La misura equivalente (che integra portage minimo per soglie non navigabili in magra) converge a $\approx 198,0$ km $\Rightarrow \approx 1070$ stadi. Questa diagnostica non modifica il verdetto metrico: Camporosso resta < 1100 stadi partendo dalla foce.

Sensibilità stagionale (effetto sulle pratiche di transito)

Magre estive (portate ridotte su Fella): aumento dei portage di 0,8–2,4 km; velocità talora $> 1,5$ m/s su tratti ripidi $\Rightarrow$ la transitabilità idrica cala ($N_{total} \approx 0,65-0,68$). Piene primaverili/autunnali: profondità utile $> 0,4$ m più spesso rispettata; ma le velocità e l'instabilità di barra possono imporre rinunce selettive su rapidi; N_{total} si assesta $\approx 0,68-0,70$. Questi scarti non colmano il deficit metrico strutturale.

Interpretazione operativa

In questo scenario, Camporosso è un capolinea di testata/valico che chiude l'asse idrico (Tagliamento+Fella) sul piano operativo, integrando la transizione idrico stradale. Tuttavia, "circa 1200 stadi" non sono raggiunti: la risalita dal mare dalla foce del Tagliamento si ferma $\approx 1053-1089$ stadi.

SEZIONE II – MODELLO METRICO: ORIGINE AQUILEIA → LAGUNA (+28.790 m) → FOCE TAGLIAMENTO → CAMPOROSSO

Surplus lagunare

Lo stretto lagunare Aquileia $\leftrightarrow$ foce Tagliamento aggiunge $\approx 28,79$ km ($\approx 155,6$ stadi). È un surplus fisso, non soggetto alle correzioni fluviali δ_B/δ_C ; pertanto "porta" la

misura dentro la fascia senza introdurre arbitrarietà.

Somma misura pura (laguna + fiumi)

Base fluviale (Sezione I): 194,8 km $\Rightarrow$ 1053,5 stadi.

Con surplus lagunare: 223,59 km $\Rightarrow$ 1209,1 stadi.

Esito: la misura pura è già in fascia (centrata), coerente con “circa 1200”.

Correzioni e incertezze

Applicando δ_B/δ_C sui soli tratti fluviali: +4,4–6,6 km $\Rightarrow$ $L_{eff}^{Aq} = 227,99\text{--}230,19$ km $\Rightarrow$ $N_{eff}^{Aq} = 1229\text{--}1242$ stadi.

La propagazione di incertezze sui segmenti fluviali produce una banda di $\approx 215\text{--}221$ km $\Rightarrow$ 1162–1195 stadi.

Questi intervalli confermano l'ingresso stabile nella finestra straboniana: “circa 1200 stadi” è centrato nella misura pura e consolidato nella misura effettiva.

Nota metodologica di incertezza:

La misura complessiva Aquileia–foce del Tagliamento (28,79 km $\approx$ 155,6 stadi) è da considerarsi verosimile entro un margine di $\pm 0,5\text{--}1,0$ km.

Il margine deriva da discretizzazione delle geometrie lagunari e fluviali, oscillazioni di marea, definizione dei capisaldi e micro connessioni idrografiche.

Il valore riportato è quindi da intendersi come misura operativa, con tolleranza esplicita e documentata, utile alla comparazione editoriale e alla formalizzazione scientifica.

Sensibilità stagionale

La laguna ($N \approx 0,90$) offre condizioni stabili. I tratti fluviali mantengono la stessa sensibilità stagionale della

Sezione I; l'effetto composito non compromette la compatibilità metrica: $L_{eq} \approx 220,97$ km $\Rightarrow \approx 1194$ stadi, con N_{total}

ponderato $\approx 0,70\text{--}0,72$. La transitabilità diagnostica è coerente con un capolinea operativo di testata.

Interpretazione operativa

Con origine Aquileia, Camporosso “entra in fascia” e realizza in un unico nodo la soluzione dei cambi di bacini idrici e l'innesto su percorsi terrestri di valico: è un capolinea metrico operativo plausibile, funzionale alla risalita dal mare e alle esigenze di transito e controllo.

SEZIONE III – GEOMORFOLOGIA E TOPOGRAFIA DI CAPOLINEA (TESTATA/VALICO)

Camporosso è posto al margine di una soglia di valico che chiude l'asta della Fella in senso operativo. La morfologia è caratterizzata da:

- Terrazzi fluviali di testata con pendenze a gradino e restringimenti episodici.
- Connettività naturale verso nord est (Tarvisiano → Gail) e verso sud (Fella → Tagliamento), che rende Camporosso

snodo bidirezionale. Non è un Becken (bacino intramontano chiuso); è una "porta di transito" che regola flussi.

Implicazioni per la definizione di polis

La polis, nel quadro straboniano, coniuga capolinea di corridoio e funzione comunitaria/strategica. Camporosso soddisfa il profilo di "nodo di transito" (valico; controllo; redistribuzione), più che quello di "porta bacinale" con risorse interne. Quando l'origine è Aquileia, la metrica si allinea; resta da valutare la componente risorse.

SEZIONE IV – ATTIVITÀ ESTRATTIVE E METALLURGICHE: COMPATIBILITÀ CON ORO E FERRO

Valcanale e Canal del Ferro

La denominazione storica "Canal del Ferro" lungo la Fella nasce dalla funzione della valle come corridoio logistico per il trasporto del ferro proveniente da Carinzia e Stiria verso l'Italia. Ciò implica una vocazione commerciale e di transito (raccolta, ridistribuzione, forni e fucine alimentati da carbone di legna), ma non attesta un bacino estrattivo ferroso significativo in loco. In termini LAGL+, Camporosso è coerente come nodo di transito per metalli, non come distretto di estrazione di ferro. Lungo il rio Gelowitz, tributario del Fella in zona Pietratagliata, esistevano banchi di limonite (ossido di ferro) utilizzata dalle fucine di fondovalle, ma il maggior quantitativo del minerale ferroso proveniva dai distretti austriaci.

Raibl (Cave del Predil)

Il sito minerario di Raibl, prossimo a Tarvisio, è storicamente legato all'estrazione di piombo (galena) e zinco (sfalerite), con infrastrutture di lavorazione e gallerie su più livelli stratigrafici. La documentazione storica (età asburgica e moderna) conferma la specializzazione su Pb/Zn, non su Fe. Questo rafforza l'idea che il ferro trattato nella valle fosse importato dai distretti norici classici (Hüttenberg/Stiria). La lavorazione del ferro era tradizionalmente un'attività svolta nel comprensorio tra Pietratagliata e Pontebba.

Feistritz (Gail)

Le attribuzioni di "lavaggio dell'oro" a Feistritz sono interpretazioni moderne, non corroborate dalle fonti classiche o dalla letteratura geologica standard con evidenze dirette di placers antichi sistematici. In assenza di dati archeologici primari (ad es. attrezzature, sedimenti selettivi, stratigrafie di lavaggio), Feistritz non può essere assunta come prova del "χρυσιοπλυσία" straboniano. La lettura tradizionale colloca l'oro nel Lavanttal/Saualpe, coerente con bacini intramontani ben sviluppati e placers

di conoide.

Compatibilità funzionale con Strabone

La menzione di “regioni favorevoli al lavaggio dell’oro e alla lavorazione del ferro” trova un allineamento più robusto con i poli storicamente attestati (oro: Lavanttal/Saualpe; ferro: Hüttenberg/Stiria). Camporosso, pur essendo prossimo alla dorsale Gail Drava e dunque logisticamente abilitato, non mostra evidenze di estrazioni locali di oro o ferro. La coerenza funzionale (nodo urbano urbanizzato in un contesto geografico idoneo allo sfruttamento di risorse minerarie) è quindi indebolita. Resta, invece, fortissima la coerenza “di transito”: Camporosso come nodo che concentra merci e persone, ai margini del valico.

SEZIONE V – STATIO BILACHENSIS (CAMPOROSSO) E INFRASTRUTTURA ROMANA

Quadro viario di valico

Camporosso si colloca su una dorsale di attraversamento che connette il settore adriatico (Tagliamento) con la Carinzia (Gail, direttrice verso Virunum e i nodi norici). La presenza di una statio (Bilachensis) in testata sostiene la lettura di Camporosso come luogo di sosta, controllo e servizio ai transiti: riparo, ricovero, cambio di mezzi, smistamento. In ambito romano, tali statio/mansiones si dispongono in corrispondenza di soglie e intersezioni strategiche, in particolare là dove l'idrografia presenta una discontinuità operativa e si impone l'integrazione stradale.

Bilachensis, nel quadro archeologico-topografico, indica una stazione connessa all'asse che, da sud, risale verso il valico e, da nord, si innesta sui percorsi carinziani. Questa disposizione concettualmente ricalca il ruolo attribuito a Camporosso nella catena LAGL+: punto di commutazione tra risalita idrica (laguna+Tagliamento+Fella) e transito viario. Il carattere di “porta di passaggio” è funzionalmente pieno, anche senza risorse minerarie endogene.

Implicazione per l'identità di polis

La statio conferisce a Camporosso un ruolo civico di servizio e controllo. In termini straboniani, una polis di capolinea può essere letta come nodo comunitario laddove convergono flussi e si consolidano pratiche di scambio e assistenza al viaggio; Camporosso soddisfa potenzialmente questa dimensione operativa che si configura però come accessoria.

SEZIONE VI – VALUTAZIONE FINALE

Metrica: con origine alla foce del Tagliamento, Camporosso si attesta ≈ 1054 stadi (puro) e $\approx 1077-1089$ stadi (effettivo), con banda 1038–1070: insufficiente. Con origine Aquileia, aggiungendo il surplus lagunare di 28.790 m ($\approx 155,6$ stadi), Camporosso raggiunge ≈ 1209 stadi (puro) e $\approx 1232-1244$ stadi (effettivo), con banda 1193–1226: compatibile con “circa 1200 stadi”. La continuità idraulica è piena in entrambi i casi; il capolinea è di tipo “testata/valico”.

Funzione: Camporosso, sostenuto dalla statio Bilachensis, risolve elegantemente il

nodo transizionale tra bacini idrici e percorso stradale, incarnando un polo di transito. Tuttavia, il quadro estrattivo locale non supporta un distretto ricco di oro e ferro in senso endogeno: la valle è un canale per ferro importato (Carinzia/Stiria) piuttosto che ricavato in loco; Feistritz non è attestata come lavaggio aurifero antico.

Conclusione: se la lettura di Noreia richiede (a) compatibilità metrica ≈ 1200 stadi, (b) continuità idraulica, (c) porta bacinale con risorse (oro+ferro), allora il bacino di Klagenfurt resta una 'prima scelta' nel quadro canonico (chiusura bacinale e prossimità ai poli minerari attestati). Se, invece, ci si ferma in prossimità alle sorgenti del Fella e si accetta di porre l'origine del 'fiume da 1200 stadi' in Aquileia con surplus lagunare, Camporosso emerge come candidato metrico operativo di massima plausibilità: il luogo in cui la risalita dal mare può ragionevolmente terminare e dove si concentra la funzione viaria romanizzata di valico. È un nodo di transito forte; non un centro inserito in un luogo di risorse minerarie nel senso desumibile dal testo straboniano. Possiamo affermare con assoluta certezza che era un posto di dogana al confine con il Norico, senza spingerci oltre nelle supposizioni.

La teoria di Tributsch non manca di originalità e di coerenza metrica. In aggiunta, ubicare Noreia a Camporosso avrebbe il grosso vantaggio di eliminare alla radice la necessità di un trasbordo via terra tra Camporosso e Tarvisio, l'ineliminabile discontinuità del corridoio idrico che attraversa i bacini Adriatico e del Mar Nero. Però abbiamo constatato che il percorso su acqua dalla foce del Tagliamento a Camporosso, che si può definire certamente fluviale, non raggiunge la soglia minima per rientrare nei 1200 stadi.

In Valcanale mancano o sono molto labili, come detto, gli elementi distintivi della regione norica (presenza di giacimenti auriferi e ferrosi), ma i veri motivi per rifiutare la proposta di Tributsch sono due: nessun dato archeologico finora emerso autorizza a istituire nessi tra il culto mitraico nella stazione doganale di Bilachinensis e la dea Noreia; soprattutto, l'esigenza di ricorrere al capolinea di Aquileia per ottimizzare la lunghezza del complesso fluviale Tagliamento + Fella rappresenta il tallone d'Achille dell'ipotesi poiché contrasta in modo netto con le parole di Strabone: «Il confine tra i due popoli è segnato da un fiume che scorre dalle Alpi e che consente di risalire navigando per circa milleduecento stadi fino alla città di Noreia». Se il geografo avesse realmente considerato i quasi 30 km necessari per congiungere Aquileia al Tagliamento – il tratto lagunare e palustre che Tributsch rappresenta come linea tratteggiata – non avrebbe impiegato il termine ποταμῷ ("fiume"), troppo specifico e caratterizzante. La menzione di Aquileia nel brano straboniano va intesa come riferimento topografico relativo ai Veneti, non come capolinea di un'asta fluviale continua.

Dal centro aquileiese non esiste infatti un corso d'acqua unitario che si innesti direttamente nel Tagliamento. Le alternative sono due, entrambe incompatibili con l'uso di ποταμῷ:

- un tratto lagunare, quindi extra-fluviale, con idrodinamica marino-estuariale;
- oppure una rete di piccoli corsi d'acqua con frequenti disalveazioni e mutamenti di sub-bacino, che non costituiscono un'asta principale navigabile, per intercettare il corso mediano del Tagliamento.

Il solo fiume che per lunghezza, continuità e importanza poteva fungere da spartiacque amministrativo tra popoli diversi è il Tagliamento, la cui asta principale risponde ai criteri usuali di identificazione fluviale (continuità idrografica, direzione unitaria, bacino definito). L'inclusione di Aquileia nel calcolo metrico non è dunque giustificata: essa rimane un riferimento territoriale, non un elemento idraulico del corridoio.

Intercettazione idrografica tra Aquileia e Tagliamento

Se si tenta di fondare un collegamento diretto tra Aquileia e il corridoio Tagliamento–Fella per giustificare la risalita “per circa milleduecento stadi”, bisogna chiarire in modo rigoroso quale tratto del sistema idrografico verrebbe intercettato dai corsi d'acqua minori: la foce del Tagliamento, il suo corso mediano, oppure l'affluente Fella. Queste tre ipotesi non hanno lo stesso peso idraulico né la stessa coerenza geomorfologica. Il punto chiave è valutare continuità, regime e unitarietà dell'asta principale: sono proprio questi i requisiti che rendono un corso d'acqua qualificabile come fiume in senso amministrativo, e non come semplice rete locale.

Foce del Tagliamento: ambiente lagunare ed estuariale

Il contatto tra Aquileia e la foce del Tagliamento può avvenire solo attraversando un ambiente lagunare ed estuariale. Qui l'idrodinamica è governata dalla marea, dai venti e dalle acque di scolo, con correnti invertibili, salinità variabile e morfologie mobili (barene, velme, canali di marea). In questo contesto la “continuità idrografica” non è garantita nel senso di una risalita fluviale; è piuttosto una navigazione di transizione tra mare interno e sbocco fluviale. La terminologia di un fiume unitario perde di precisione: si passa da un sistema marino-estuariale a un'asta fluviale vera e propria, con una discontinuità funzionale e idraulica che non si può mascherare. Se Strabone pone l'accento sul fiume come asse che “consente di risalire” fino a Noreia, l'innesto lagunare introduce un tratto extra-fluviale che indebolisce la linearità del corridoio e la sua leggibilità come fiume amministrativo.

Corso mediano del Tagliamento: reticolo secondario e discontinuità di bacino

Un innesto di Aquileia al corso mediano del Tagliamento richiederebbe l'uso di reticoli minori: canali di scolo, risorgive e piccoli alvei connessi in modo intermittente ai fiumi principali (Stella, Corno, Zellina e consimili). Questi percorsi presentano tre criticità strutturali:

- 1) Continuità idrografica: la rete è frammentata, con tratti a portata ridotta, frequentissime disalveazioni e soglie artificiali; non possiede la “direzione unitaria” di un'asta principale.
- 2) Stabilità geomorfologica: il talweg è mobile, i letti sono ghiaiosi o palustri, la sezione idraulica utile cambia su base stagionale; la navigabilità è casuale, non riproducibile come corridoio lungo.
- 3) Coerenza di bacino: si passa ripetutamente da un sub-bacino all'altro, con scambi idrici che rompono l'identità del fiume. Questo è l'opposto di uno “sparti-acque” amministrativo, che richiede riconoscibilità e continuità.

In altre parole, si può “raggiungere” il Tagliamento mediano solo tramite una cucitura idraulica precaria e composita, che non può essere qualificata come risalita fluviale continua. La forza del dato straboniano sta nella semplicità di un’asta riconoscibile; la soluzione reticolare rende invece la risalita un mosaico di segmenti che non restituisce un fiume unitario.

Fella come punto d’innesto: ramo interno, non accesso autonomo

Il Fella è un affluente montano del Tagliamento, con regime torrentizio e valle incisa; è parte del corridoio intramontano, non una porta d’accesso dal piano costiero. Per raggiungerlo da Aquileia bisogna comunque innestarsi sul Tagliamento o attraversare i suoi sub-bacini: non esiste una linea idraulica autonoma Aquileia → Fella che eviti il Tagliamento. Inoltre, come ramo interno, il Fella non può sostituire l’asta principale nella funzione di “fiume che consente la risalita”: è semmai un segmento del corridoio complessivo, utilizzabile dopo avere già imboccato il sistema Tagliamento. La sua natura di affluente rafforza l’idea di un percorso unico che si riconosce nel fiume maggiore, non in un reticolo di accessi laterali.

Il “fiume amministrativo” e la semantica di ποταμῷ

Quando si parla di fiume in un quadro geografico-antico, non si allude soltanto a un alveo con acqua. Si evoca un oggetto amministrativo e narrativo: un’asta principale che definisce confini, orienta scambi, struttura identità territoriali. Per essere tale, il fiume deve mostrare quattro qualità: continuità idrografica lungo l’asse, direzione sufficientemente unitaria, riconoscibilità di bacino, lunghezza utile alla funzione di corridoio. Il Tagliamento risponde a queste qualità in modo più netto di qualsiasi cucitura lagunare o reticolare. Il riferimento di Strabone a ποταμῷ, quindi, non è un’iperbole; è una scelta semantica che presuppone un percorso lungo un’asta principale. Integrare Aquileia nel calcolo metrico mediante un tratto lagunare o una rete di minori introduce una deviazione metodologica: si sostituisce il fiume con un sistema misto che non corrisponde alla sua funzione amministrativa.

L’idea di “intercettare” il corridoio Tagliamento–Fella a partire da Aquileia si infrange su tre realtà idrografiche: la laguna alla foce, che è extra-fluviale; il reticolo dei minori verso il corso mediano, che è discontinuo e privo di identità d’asta; e l’impossibilità di raggiungere il Fella senza passare per il Tagliamento, perché è un ramo interno. Se la misura e la narrazione straboniana puntano su un fiume che consente la risalita, il percorso più coerente è quello che riconosce il Tagliamento come asse principale e avvia la risalita nell’ambiente fluviale, non marino-estuarioale. La conseguenza non è marginale: Aquileia rimane un riferimento topografico sul margine adriatico, non il capolinea idraulico del corridoio. È il fiume maggiore – per continuità, lunghezza e bacino – a fondare la plausibilità del percorso; ed è proprio questa coerenza idrografica che rende persuasiva la centratura finale intramontana, senza forzare il testo con innesti lagunari o reticolari.

CONCLUSIONE GENERALE

L'analisi condotta con il protocollo LAGL+ ha chiarito che la misura di circa 1200 stadi indicata da Strabone per raggiungere Noreia non può essere interpretata come un percorso terrestre, ma come la risalita di un sistema fluviale dal mare verso l'interno. La partenza dalla foce del Tagliamento e la sequenza idrografica che attraversa la Fella, la Slizza, la Gail e la Drava restituiscono una lunghezza complessiva di circa 222 km, corrispondente a 1200 stadi, perfettamente in linea con la fascia di tolleranza 1150–1250. La logica del percorso è dunque idraulica e valliva, e la sua chiusura naturale si colloca nel bacino di Klagenfurt. Il Klagenfurter Becken, inteso in senso geomorfologico, comprende il Wörthersee e la pianura circostante delimitata dalle Caravanche a sud e dalla Saualpe a nord. Non si estende fino al rilievo del Magdalensberg né alla pianura del Zollfeld, che costituiscono unità topografiche distinte. Magdalensberg è un rilievo isolato a circa 1000 m di quota, sede di un insediamento romano (Virunum), mentre il Zollfeld è una pianura separata, situata a nord est del bacino. Pertanto, quando si parla di "chiusura topografica" del corridoio fluviale, il riferimento deve essere limitato al Klagenfurter Becken vero e proprio, senza includere queste aree contigue. Il bacino di Klagenfurt rappresenta una chiusura naturale del corridoio idrografico. È un bacino intramontano delimitato dalle Caravanche a sud e dalla Saualpe a nord, con deflusso ordinato verso la Drava. La morfologia chiusa e la presenza del Wörthersee ne fanno un vero capolinea vallivo, coerente con l'idea di un percorso fluviale continuo che termina in una "porta" naturale. La pianura del Zollfeld (Virunum), situata a nord est del Becken, garantisce continuità idraulica perché è collegata al sistema della Drava. Tuttavia, la sua morfologia è quella di una pianura aperta, priva di chiusura bacinale. Non costituisce un "capolinea" ma piuttosto un corridoio che si apre verso altre direzioni. Per questo motivo, pur essendo metricamente compatibile con il vincolo dei 1200 stadi, il Zollfeld non soddisfa il criterio topografico di "porta conclusiva". Il Magdalensberg è un rilievo isolato a circa 1000 m di quota, posto ai margini del Zollfeld. Non è un bacino, ma un monte sopraelevato. Per raggiungerlo dal sistema della Drava occorre una salita fuori alveo, cioè un percorso terrestre che interrompe la continuità idrografica. La connessione con il corridoio fluviale è quindi debole e artificiale: il Magdalensberg può essere considerato un centro romano rilevante, ma non un capolinea idraulico naturale. Le altre ipotesi su Noreia (in connessione con il fiume straboniano), verificate con lo stesso protocollo, non reggono alla prova. Gracarca, pur essendo stata considerata, si colloca su un ramo laterale e non raggiunge la soglia minima di 1150 stadi; la sua misura si ferma intorno a 1108 stadi, e anche includendo i portage la distanza resta insufficiente. Magdalensberg e Zollfeld, pur importanti come centri romani, sono troppo vicini e non più riconosciuti dagli archeologi come possibili sedi di Noreia. La Mur e la Sava superiore, così come Neumarkt, eccedono invece la misura, collocandosi oltre i 1300–1400 stadi e quindi fuori dalla fascia di riferimento. Rimane dunque il Klagenfurter Becken, che soddisfa simultaneamente i criteri di misura, di coerenza idrografica e di chiusura topografica. La definizione di polis adottata da Strabone non implica necessariamente una città monumentale, ma un centro riconosciuto come nodo politico e territoriale, capolinea strategico di rotte e comunità. In questo senso, il bacino di Klagenfurt, pur non essendo una città imperiale, risponde pienamente alla logica straboniana: è un terminale vallivo frequentato, un nodo di scambio e di riferimento per le popolazioni locali.

Strabone ricorda che la regione di Noreia era «εὐφυῆ χρυσιόπλυσια καὶ σιδηρορυγεῖα», ossia naturalmente favorevole al lavaggio dell'oro e alle lavorazioni del ferro. Le evidenze geologiche moderne localizzano i giacimenti auriferi dei Taurisci nel Lavanttal, presso Kliening e le pendici orientali della Saualpe, mentre il celebre ferrum Noricum proveniva dai giacimenti di Hüttenberg e della Stiria. Il Klagenfurter Becken, pur non ospitando direttamente queste miniere, fu il nodo insediativo e commerciale dove le risorse venivano lavorate e distribuite come nei centri attigui: al Magdalensberg sono state rinvenute forme di fusione per lingotti d'oro, e Zollfeld/Virunum si gestiva il commercio del ferro norico. In questo senso, la descrizione di Strabone si applica anche al Becken, non come area di estrazione primaria, ma come centro di trasformazione e di integrazione economica delle risorse minerarie, coerente con il ruolo di capolinea del corridoio idrografico di circa 1200 stadi e con la nascita della polis norica.

La conclusione è quindi chiara: il corridoio di 1200 stadi parte dalla foce del Tagliamento e si chiude nel bacino di Klagenfurt. Tutte le altre ipotesi risultano escluse per insufficienza metrica, eccesso di distanza o mancanza di funzione politica e commerciale. Solo l'area di Klagenfurt rimane come candidato coerente alla Noreia delle fonti, capolinea idrografico e bacini vallivo terminale di un percorso che unisce il mare adriatico alla testata carinziana. Ma dobbiamo evitare un equivoco. È eccessivo sostenere che Noreia coincida "in modo definitivo" con Klagenfurt. Possiamo però affermare che Klagenfurt (il bacino del Wörthersee e il suo immediato intorno) è un capolinea altamente plausibile dal punto di vista metrico e idraulico. Klagenfurt (inteso appunto come bacino e sistema urbano archeologico circostante) è compatibile e persuasivo quale "porta" di Noreia in termini metrici e geografici, anche se l'equivalenza Klagenfurt = Noreia resta una ipotesi forte ma non conclusiva senza prove archeologiche esplicite. Per comprendere quale sia il vero capolinea del corridoio di circa 1200 stadi descritto da Strabone, occorre valutare simultaneamente i tre criteri fondamentali del protocollo LAGL+: la misura metrica, la continuità idrografica e la chiusura topografica, senza trascurare la funzione di polis come nodo comunitario e strategico.

Sul piano metrico, la direttrice Tagliamento–Fella–Slizza–Gail–Drava fino al Klagenfurter Becken restituisce una lunghezza di circa 222 km, pari a 1200 stadi, perfettamente centrata nella fascia 1150–1250. Altre ipotesi non reggono: Gracarca si ferma a 1108–1130 stadi, quindi insufficiente; Magdalensberg e Zollfeld sono troppo vicini e non raggiungono la soglia; la Mur, la Sava superiore e Neumarkt eccedono invece la misura, collocandosi oltre i 1300–1400 stadi. Solo Klagenfurt si colloca stabilmente nella finestra straboniana.

Sul piano idrografico, la continuità è decisiva. La direttrice verso Klagenfurt segue un sistema fluviale unico, senza interruzioni né attraversamenti di spartiacque. Al contrario, la Sava superiore richiede il portage obbligato di Rateče, cioè un watershed breach che rompe la logica valliva e cambia bacino (Adriatico–Drava → Danubio–Sava). Gracarca è un ramo laterale, quindi non un asse principale. Magdalensberg e Zollfeld implicano uscite dall'alveo o pianure aperte, prive di chiusura idraulica. La Drava verso Klagenfurt rimane l'unica direttrice coerente.

Sul piano topografico, il Klagenfurter Becken è un bacino intramontano chiuso,

delimitato da Caravanche e Saualpe, con deflusso ordinato verso la Drava e il Wörthersee come centro naturale. È una vera "porta" valliva. Zollfeld è invece una pianura aperta, priva di chiusura bacinale; Magdalensberg è un rilievo isolato a 1000 m, raggiungibile solo con salita terrestre fuori alveo. La Sava superiore offre terrazzi fluviali intermedi, ma non bacini conclusivi. Solo Klagenfurt soddisfa il criterio di 'porta naturale'.

Infine, la funzione di polis. Strabone non intendeva necessariamente una città monumentale, ma un nodo comunitario e strategico, capolinea di rotte e comunità. Klagenfurt, pur non essendo una capitale imperiale, funge da terminale vallivo frequentato, nodo di scambio e riferimento per le popolazioni locali. Gracarca, Magdalensberg e Zollfeld hanno ruoli locali o archeologici, ma non la funzione di capolinea strategico. La Sava superiore, pur ospitando centri importanti come Kranj o Jesenice, resta un sistema intermedio, non conclusivo. Il verdetto è dunque chiaro: solo il Klagenfurter Becken soddisfa simultaneamente i tre criteri LAGL+ (metrico, idrografico, topografico) e la funzione di nodo vallivo strategico. Tutte le altre ipotesi risultano escluse: alcune per insufficienza metrica (Gracarca, Zollfeld, Magdalensberg), altre per eccesso di distanza (Mur, Sava superiore, Neumarkt), altre ancora per mancanza di continuità idrografica. Klagenfurt rimane l'unico capolinea plausibile della Noreia straboniana, coerente con la misura dei 1200 stadi e con la logica di un percorso fluviale continuo dal mare Adriatico alla testata carinziana.

È vero che la città di Klagenfurt, come entità urbana, nasce solo in epoca medievale su un terreno alluvionale modellato dalle piene della Drava. Questo dato storico non invalida la sua funzione nel quadro straboniano, perché ciò che conta non è l'esistenza di una città monumentale, ma la presenza di un bacino vallivo terminale che soddisfi i criteri metrici e idrografici. Il Klagenfurter Becken rappresenta infatti:

- Un bacino conclusivo naturale: la Drava si apre in una conca ampia e stabile, che funge da porta intramontana e da punto di arresto della risalita idrica.
- Compatibilità metrica: il percorso Tagliamento-Camporosso-Tarvisio-Drava raggiunge $\approx 1247-1265$ stadi, centrando la misura di Strabone.
- Continuità idraulica: nonostante il portage Camporosso-Tarvisio, la sequenza fluviale rimane coerente e riproducibile.
- Funzione comunitaria: anche senza una polis in senso classico, il bacino era frequentato, strategico per gli scambi e riconoscibile come nodo di riferimento per le popolazioni locali.

In questo senso, Klagenfurt non va interpretata come "città" nel senso romano o greco, ma come capolinea vallivo: un luogo naturale che soddisfa il vincolo dei 1200 stadi e che, proprio per la sua conformazione idrografica, poteva essere percepito come punto terminale di un corridoio amministrativo. La nascita medievale della città non contraddice la funzione antica del bacino, ma ne conferma la vocazione: il sito era già un nodo naturale, e solo più tardi si è tradotto in insediamento urbano. Klagenfurt è convincente non perché si tratta di una polis antica, ma in quanto il suo bacino vallivo è l'unico che soddisfa insieme il criterio metrico di Strabone e la logica idrografica del corridoio Adriatico-Norico

APPUNTI TECNICI – MISURA METRICA DEL CORRIDOIO LAGL+

Fonti e metodo

La misura del corridoio è stata condotta su base cartografica rigorosa: DEM alpino a risoluzione 25–50 m, CTR regionale e ortofoto per la verifica diretta dell'alveo. L'unità antica adottata è lo stadio romano centrato, $s_{rom} = 0,185$ km. La misura "pura" è la somma delle lunghezze lungo il talweg, con smussamento dei micro meandri inferiori a 500 m. Questo approccio evita la sovrastima dovuta a oscillazioni minime, ma produce un totale leggermente conservativo. La misura effettiva è la misura pura corretta con due parametri di consistenza metrica (δ_B e δ_C), mentre la misura equivalente aggiunge i portage minimi per testare la transitabilità.

Segmentazione e dati di base

Tratto	Lunghezza (km)	Stadi ($s=0,185$ km)	Note di tracciamento
Foce – Tagliamento basso	57,9	313	Talweg; smussamento <500 m
Tagliamento basso – medio	34,0	184	Cambio di meandatura
Tagliamento medio – alto	16,6	90	Oscillazioni sub km
Tagliamento alto – Fella	53,3	288	Raccordo vallivo
Fella – Slizza	15,0	81	Spalla morfologica
Camporosso – Tarvisio (sella)	3,7	20	Segmento terrestre; valico
Slizza – Gail	12,3	66	Braiding episodico escluso
Gail – Drava → Klagenfurt	30,1	163	Chiusura nel Becken stretto
Totale lunghezza pura	222,9 km	1205 stadi	

Nota: il segmento Camporosso–Tarvisio è pari a 3,7 km (≈ 20 stadi). Questo portage è breve ma fondamentale: rappresenta il valico che collega il sistema Tagliamento–Fella con la Slizza e quindi con la Gail e la Drava. La sua misura precisa è cruciale per la compatibilità metrica. La presenza del Rio Bartolo dimostra che il valico non è un passaggio "secco": esiste un drenaggio naturale che collega la conca di Camporosso con la piana di Tarvisio. Tuttavia, il rio non ha portata né sezione sufficiente per la navigazione, quindi il tratto resta classificato come portage obbligato, ma con continuità idraulica debole.

Scarto metrico e interpretazione

La misura pura restituisce 1205 stadi, cioè +5 stadi rispetto al valore atteso di circa 1200. Equivalente in km: $\Delta_{puro} = +0,93$ km. Questo significa che, senza alcuna correzione, il corridoio è già centrato nella fascia straboniana [1150–1250]. Lo scarto positivo è fisiologico e deriva dalla scelta conservativa di linearizzare i micro meandri e i raccordi vallivi.

Correzioni di consistenza (δ_B , δ_C)

Per riallineare la misura pura alla realtà morfologica si applicano due correzioni:

- δ_B (smussamento geometrico globale): +2,0–3,0 km. Reintroduce parte della sinuosità eliminata dal filtro sub chilometrico, evitando che il totale risulti troppo "rettificato".
- δ_C (risalita idraulica/continuità funzionale): +2,4–3,6 km. Compensa gli scarti introdotti dai raccordi tra segmenti e dagli aggiramenti di soglie, che la polilinea pura tende a linearizzare.

Somma correttiva: $\delta_{tot} = 4,4-6,6$ km.

Applicando δ_{tot} : $L_{eff} = 227,3-229,5$ km ; $N_{eff} = 1229-1241$ stadi.

Le correzioni non servono a "chiudere un deficit", ma a restituire la complessità morfologica del corridoio, portando la misura nella parte alta della fascia.

Incertezze e propagazione

Fonti d'errore:

- Scelta del ramo principale nei tratti divaganti (braiding episodico).
- Risoluzione DEM/CTR rispetto a oscillazioni sub chilometriche.
- Linearizzazioni nei raccordi vallivi.

Intervalli per segmento:

- Segmenti di classe Z: $\pm 0,3-0,8$ km
- Segmenti di classe T: $\pm 0,8-1,5$ km

Propagazione sui totali:

Esempio: $L_{eff} = 223,6$ km (incluso Camporosso–Tarvisio) ; $\Sigma \delta_i \approx \pm 2,0$ km $N^{(\pm)} = 1197-1219$ stadi.

Interpretazione: la banda di incertezza include pienamente il valore di riferimento antico (~1200 stadi). La propagazione degli errori, pur derivando da scelte conservative e limiti di risoluzione, rafforza la compatibilità del corridoio con la misura straboniana.

Il capolinea geometrico adottato è il Klagenfurter Becken "stretto", delimitato da Caravanche e Sauvalpe e chiuso dal Wörthersee/Drava. Le correzioni δ_B/δ_C non spostano il capolinea: riallineano il metodo alla realtà morfologica su scala di corridoio.

In questa e nelle pagine seguenti il corso del 'fiume composito' di Strabone

